



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“Implementación de lean maintenance para mejorar la productividad de máquinas
continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial**

AUTOR:

Chullo Usca, Isaias (ORCID: 0000-0003-4027-9520)

ASESOR:

Mgrt. Montoya Cárdenas, Gustavo Adolfo (ORCID: 0000-0001-7188-119x)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

LIMA - PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios por permitirme llegara hasta estas instancias y guiar mis pasos por el camino correcto. Para mis hijos Nikol, Andrea, Benjamín y mi esposa Olga por su comprensión y paciencia durante los cinco años por haber estado dedicado al estudio y no poder estar junto a ellos el mayor tiempo posible, a mi padre quién me enseñó a ser mejor persona, para mi madre por darme la vida y encomendarme siempre a Dios todos los días de su vida y para mis hermanos.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor, Mgtr. Gustavo Adolfo Montoya Cárdenas, por su constante colaboración, orientación y motivación en el desarrollo de mi tesis, al Mgtr. Lino Rodríguez Alegre por su orientación incondicional.

Un agradecimiento especial para la Cía. Filasur S. A. que me dio la oportunidad de desarrollarme profesionalmente en sus instalaciones, al ingeniero Oswaldo Cárdenas y al Sr. Godofredo Abad por la confianza depositada y las facilidades brindadas para realizar mis estudios universitarios. A mis compañeros de trabajo y amigos por sus buenos consejos.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Realidad problemática	2
1.2 Trabajos previos.....	17
1.3 Teorías Relacionadas.	23
1.3.1 Lean Maintenance.....	23
1.3.2 Proceso esbelto	23
1.3.3 Teorías relacionadas a variable dependiente	30
1.4 Formulación del problema	31
1.4.1 Problema General	31
1.4.2 Problemas Específicos	32
1.5 Justificación del estudio	32
1.6 Hipótesis características y tipos	33
1.6.1 Hipótesis General	33
1.6.2 Hipótesis Específicos.....	33
1.7 Objetivos de la Investigación.....	34
1.7.1 Objetivo General.....	34

1.7.2	Objetivos Específicos	34
II.	MÉTODO	35
2.1.	Diseño de investigación: Experimental - Cuasiexperimental	36
2.1.1	Finalidad de la investigación	36
2.1.2	Enfoque de la investigación.....	36
2.1.3	Nivel de investigación	36
2.1.4	Diseño de investigación.....	37
2.1.5	Variable independiente: Lean Maintenance	37
	Variable dependiente: Productividad.....	37
2.2	Población y muestra.....	41
2.2.1	Población	41
2.2.2	Muestra	41
2.2.3	Selección de la unidad de análisis	41
2.3	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	41
2.3.1	Técnicas	41
2.3.2	Instrumentos	42
2.3.3	Validez.....	43
2.4	Confiabilidad	44
2.5	Métodos de análisis de datos	44
2.6	Aspectos éticos	45
2.7	Desarrollo de la propuesta	45
2.7.1	Empresa: Filasur S. A.	45
2.7.2	Situación actual	49
2.7.3	Propuesta de mejora.....	53
2.7.4	Implementación de la mejora	58
2.7.5	Resultados de la implementación de Lean maintenance:	80
2.7.6	Análisis económico – Financiero	85

III.	RESULTADOS	88
3.1	Análisis descriptivo.....	89
3.1.1	Análisis descriptivo de la variable dependiente: productividad	89
3.2	Análisis inferencial	90
3.2.1	Análisis de la hipótesis general	90
3.2.2	Contrastación de la hipótesis general	91
3.2.3	Análisis inferencial de la hipótesis específica 1	92
3.2.4	Contrastación de la hipótesis específico 1	93
3.2.5	Análisis de la inferencial de la hipótesis 2	95
3.2.6	Contrastación de la hipótesis específica 2	95
IV.	DISCUSIÓN	98
V.	CONCLUSIONES.....	101
VI.	RECOMENDACIONES	103
VII.	REFERENCIAS	105
VIII.	ANEXOS	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Producción programada vs producción lograda (mes de marzo, 2019)</i>	8
Tabla 2. <i>Horas programadas de producción vs horas de buen funcionamiento (marzo, 2019)</i>	9
Tabla 3. <i>Productividad mes de marzo, 2019</i>	10
Tabla 4. <i>Problemas que afectaron la producción en el mes de marzo, 2019</i>	12
Tabla 5. <i>Matriz de correlación</i>	14
Tabla 6. <i>Los cuatro tipos de servicios para la estratificación</i>	15
Tabla 7. <i>Matriz de alternativas de solución</i>	16
Tabla 8. <i>Matriz de priorización para la solución de problemas</i>	16
Tabla 9. <i>Matriz de operacionalización de la variable independiente</i>	39
Tabla 10. <i>Matriz de operacionalización de la variable dependiente</i>	40
Tabla 11. <i>Cuadro de juicio de expertos</i>	44
Tabla 12. <i>Formato para evaluar la variable independiente pre test</i>	50
Tabla 13. <i>Cuadro de producción programada y producción real mes de marzo, 2019</i>	51
Tabla 14. <i>Ficha de evaluación de la variable dependiente pre test</i>	52
Tabla 15. <i>Promedio de la evaluación de la variable independiente pre test</i>	53
Tabla 16. <i>Actividades a desarrollar para la mejora</i>	54
Tabla 17. <i>Diagrama de Gantt para la implementación de Lean maintenance</i>	56
Tabla 18. <i>Relación personal que recibió capacitación</i>	59
Tabla 19. <i>Integrantes del comité de 5's</i>	59
Tabla 20. <i>Evaluación de las 5's antes de implementar lean maintenance</i>	61
Tabla 21. <i>Resultados de la evaluación de 5's antes de la implementar lean maintenance</i> . 62	
Tabla 22. <i>Evaluación de las 5's después de implementar lean maintenance</i>	66
Tabla 23. <i>Resultados de la evaluación de las 5's después de implementar lean maintenance</i>	67
Tabla 24. <i>Lista de componentes y equipos cambiados para la mejora</i>	69
Tabla 25. <i>Plan de mantenimiento rutinario para continua de hilar n° 21</i>	70
Tabla 26. <i>Formato de check list para inspección de maquina continua de hilar</i>	72
Tabla 27. <i>Formato para monitoreo de condición de motor de husos continuas de hilar</i> ...	73
Tabla 28. <i>Formato para medición de corriente en máquinas continuas de hila planta 2</i> ..	75
Tabla 29. <i>Análisis de causa raíz de la avería de motor bancada de anillos M90</i>	76

Tabla 30. <i>Plan de acción para eliminar desde la raíz este tipo falla (motor bancada anillos)</i>	77
Tabla 31. <i>Análisis causa raíz de la avería de variador de velocidad U1 (motor M1, accionamiento husos)</i>	77
Tabla 32. <i>Plan de acción para eliminar este tipo de fallas en el variador de velocidad U1</i>	78
Tabla 33. <i>Análisis de causa raíz de la avería de modulo BASIS A10 SCU (PLC)</i>	78
Tabla 34. <i>Plan de acción para eliminar este tipo de falla en el módulo BASIS A10 SCU-PLC</i>	79
Tabla 35. <i>Pedido de repuestos de importación para maquina continua de hilar</i>	80
Tabla 36. <i>Tiempo programado y tiempo de buen funcionamiento. Variable independiente (30 días)</i>	80
Tabla 37. <i>Promedios de la variable independiente post test</i>	81
Tabla 38. <i>Resultado de la evaluación de la variable independiente post test</i>	82
Tabla 39. <i>Producción programada y producción lograda post test</i>	83
Tabla 40. <i>Promedios de la variable dependiente post test</i>	83
Tabla 41. <i>Resultados de la evaluación de la variable dependiente post test</i>	84
Tabla 42. <i>Diferencia de producción obtenida: pre test y post test en un periodo de 30 días.</i>	85
Tabla 43. <i>Costo que demando la implementación de lean maintenance</i>	86
Tabla 44. <i>Cuadro de beneficio - costo</i>	86
Tabla 45. <i>Resumen de procesamiento de datos de la variable dependiente: Productividad</i>	89
Tabla 46. <i>Análisis descriptivo de la variable dependiente: productividad</i>	89
Tabla 47. <i>Prueba de normalidad de la productividad - Shapiro Wilk</i>	90
Tabla 48. <i>Estadísticos de comparación de productividad antes y productividad después.</i>	91
Tabla 49. <i>Estadístico de la prueba de Wilcoxon</i>	92
Tabla 50. <i>Prueba de normalidad de la eficiencia con estadígrafo Shapiro Wilk</i>	93
Tabla 51. <i>Contrastación de medias de la eficiencia antes y eficiencia después con Wilcoxon</i>	94
Tabla 52. <i>Estadísticos de prueba Wilcoxon para eficiencia</i>	94
Tabla 53. <i>Prueba de la normalidad de la eficacia con Shapiro Wilk</i>	95

Tabla 54. <i>Contrastación de medias de eficacia antes y eficacia después con Wilcoxon</i>	96
Tabla 55. <i>Estadísticos de prueba de eficacia con Wilcoxon</i>	96

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Exportaciones de textiles y confecciones 2019	2
<i>Figura 2.</i> Exportación de textiles por tipo.....	3
<i>Figura 3.</i> Subsector Manufacturero No Primario, según principales clases del sector textil y confecciones. Enero 2018 - enero 2019.....	5
<i>Figura 4.</i> Diagrama de proceso productivo Filasur S. A.....	7
<i>Figura 5.</i> Cuadro comparación de producción programada con producción lograda (marzo 2019).....	8
<i>Figura 6.</i> Comparativo de tiempo de producción total y el tiempo de buen funcionamiento	9
<i>Figura 7.</i> Eficiencia, eficacia y productividad marzo, 2019	10
<i>Figura 8.</i> Diagrama de Ishikawa de causa efecto.....	13
<i>Figura 9.</i> Diagrama Pareto 80 – 20	14
<i>Figura 10.</i> Representación gráfica de la estratificación.	15
<i>Figura 11.</i> Clasificación del mantenimiento planificado (fuente: Cuatrecasas, 2010)	27
<i>Figura 12.</i> Diagrama de clasificar u organizar, 5s («Metodología de las 5s - Ingeniería Industrial»)	29
<i>Figura 13.</i> Ubicación geográfica de la empresa Filasur S. A.....	45
<i>Figura 14.</i> Organigrama de la empresa Filasur S. A.....	48
<i>Figura 15.</i> Tiempo total de producción y tiempo de buen funcionamiento (30 días).....	49
<i>Figura 16.</i> Promedios de eficiencia, eficacia y productividad del mes de marzo, 2019.....	53
<i>Figura 17.</i> Diagrama de flujo de proceso de intervención de mantenimiento en Filasur S. A.	57
<i>Figura 18.</i> Personal después de capacitación.....	58
<i>Figura 19.</i> Layout de taller electrónico antes de aplicar las 5'S.....	60
<i>Figura 20.</i> Gráfico de la evaluación de 5's antes de implementar lean maintenance.....	62
<i>Figura 21.</i> El taller antes de las 5´s.	63
<i>Figura 22.</i> Pintado de taller eléctrico.	63
<i>Figura 23.</i> Repuestos eléctricos electrónicos esperando ser clasificados y ordenados.....	64
<i>Figura 24.</i> Layout de taller electrónico después de aplicar las 5'S	65
<i>Figura 25.</i> Gráfico de la evaluación de las 5's después de implementar lean maintenance	67
<i>Figura 26.</i> Andamio con repuestos ordenados.....	68
<i>Figura 27.</i> Reparación a tarjetas electrónicas de SCU y CPU de variador U80	69

<i>Figura 28.</i> Limpieza e inspección de ventiladores enfriadores en maquina continua de hilar.	71
<i>Figura 29.</i> Medición de vibración de motor de husos M1 de continua de hilar planta 2....	74
<i>Figura 30.</i> Utilización de software Combivis 6 para medición de parámetros eléctricos...	76
<i>Figura 31.</i> Gráfico de tiempo de producción programado y tiempo de buen funcionamiento (UPTIME) de post test.....	81
<i>Figura 32.</i> Gráfico de los promedios logrados de la variable dependiente post test.....	83

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Matriz de consistencia</i>	111
Anexo 2. <i>Ficha de recolección de datos para la variable independiente pre test</i>	112
Anexo 3. <i>Ficha de recolección de datos para la variable dependiente pre test</i>	113
Anexo 4. <i>Certificado de validación del instrumento de medición de la variable independiente: lean maintenance</i>	114
Anexo 5. <i>Certificado de validación del instrumento de medición de la variable dependiente: productividad</i>	115
Anexo 6. <i>Certificado de validación del instrumento de medición de la variable independiente: lean maintenance</i>	116
Anexo 7. <i>Certificado de validación del instrumento de medición de la variable dependiente: productividad</i>	117
Anexo 8. <i>Certificado de validación del instrumento de medición de la variable independiente: lean maintenance</i>	118
Anexo 9. <i>Certificado de validación del instrumento de medición de la variable dependiente: productividad</i>	119
Anexo 10. <i>Ficha de recolección de datos para la variable independiente post test</i>	120
Anexo 11. <i>Ficha de recolección de datos para la variable dependiente post test</i>	121
Anexo 12. <i>Minuta de reuniones para 5'S</i>	122
Anexo 13. <i>Formato de evaluación del cumplimiento de las 5'S (antes)</i>	123
Anexo 14. <i>Formato de evaluación del cumplimiento de las actividades 5'S (después)</i>	124
Anexo 15. <i>Formato para control de paros colocados en cada máquina continua de hilar</i>	125
Anexo 16. <i>Base de datos de fallas correctivas ocurridas en máquinas continuas de hilar planta 2</i>	126
Anexo 17. <i>Oferta de cotización de repuestos de importación</i>	127
Anexo 18. <i>Cotización de sensores inductivos para máquinas continuas de hilar</i>	128
Anexo 19. <i>Cotización de ventiladores extractores para maquinas continuas de hilar</i>	129
Anexo 20. <i>Resumen de coincidencias de Turnitin</i>	130

RESUMEN

El presente trabajo de investigación con el título de “Implementación de Lean Maintenance para mejorar la productividad de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019”, tiene como objetivo determinar como la implementación de lean maintenance mejora la productividad de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019.

El tipo de investigación es aplicada, con enfoque cuantitativo, el nivel descriptivo explicativo y diseño cuasiexperimental por que manipula deliberadamente a la variable independiente para luego observar su efecto sobre la variable dependiente. No obstante, la población está conformada por la producción de kilos de hilo de una máquina continua de hilar de la planta dos y la muestra es similar a población; esto es los kilos de hilos producidos en un periodo de 30 días en una máquina continua de hilar de la planta 2. El instrumento utilizado para la recolección de datos fue fichas o formatos de observación para registro de fallas o averías de máquinas continuas de hilar. La implementación de Lean Maintenance se realizó en seis fases: capacitación del personal, aplicación de 5's, sustitución de componentes o equipos obsoletos, definir planes de inspección, análisis de causa raíz (ACR) y elaboración de un plan de requerimiento de repuestos de importación.

Los resultados obtenidos fueron favorables porque la eficiencia aumentó de 88.70% a 92.73%, la eficacia de 84.93% a 88.83% y finalmente la productividad aumento de 74.77% a 84.34%. Estos datos se evaluaron a través del software SPSS, con los cuales se concluye que la implementación de Lean Maintenance mejora la productividad.

Palabras claves: Lean Maintenance, productividad, eficiencia y eficacia.

ABSTRACT

The present research work with the title "Implementation of Lean Maintenance to improve the productivity of continuous spinning machines in plant two of the company Filasur SA, SJL, 2019", aims to determine how the implementation of lean maintenance improves the Productivity of continuous spinning machines in plant two of the company Filasur SA, SJL, 2019.

The type of research is applied, with a quantitative approach, the explanatory descriptive level and quasi-experimental design because it deliberately manipulates the independent variable and then observes its effect on the dependent variable. However, the population consists of the production of kilos of yarn from a continuous spinning machine on floor two and the sample is similar to population; this is the kilos of threads produced over a period of 30 days in a continuous spinning machine of plant 2. The instrument used for data collection was tokens or observation formats for recording failures or breakdowns of continuous machines of spin. The implementation of Lean Maintenance was carried out in six phases: personnel training, application of 5's, replacement of obsolete components or equipment, defining inspection plans, root cause analysis (ACR) and elaboration of a requirement plan for Import spare parts.

The results obtained were favorable because the efficiency increased from 88.70% to 92.73%, the efficiency from 84.93% to 88.83% and finally the productivity increased from 74.77% to 84.34%. This data was evaluated through the SPSS software, which concludes that the implementation of Lean Maintenance improves productivity.

Keywords: Lean Maintenance, productivity, efficiency and effectiveness.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

El rubro textil no es ajeno a la globalización, cada vez más se hace competitivo, donde el desarrollo de los procesos de fabricación ha cambiado enormemente comparando a décadas anteriores, las nuevas exigencias de la globalización han traído consigo la innovación tecnológica en cuanto se refiere a maquinarias, en la utilización de internet y la introducción de mejores métodos de trabajo; logrando en lo posible de año en año. Para continuar compitiendo en el mercado actual y estar a la delantera tanto a nivel local, como internacional, muchas fábricas se han visto obligados a ajustarse a estas nuevas formas de trabajo los cuales son vistos en los costos de producción, así como en la rapidez de entrega de productos terminados hacia el cliente usuario, no obstante, el mercado es muy exigente en la calidad de los productos a adquirir.

En el lado internacional el rubro de la industria textil va en crecimiento en los principales mercados (USA, China y Europa), a pesar que se percibe una caída económica. Sin embargo, China y otros países de Asia continuarán ofreciendo al mundo productos a “precios dumping” y de material sintético, pero las empresas como las tradicionales industrias textiles de nuestro país se ven afectadas. La exportación de productos textiles peruanos logrará mayor competitividad mejorando sus métodos y formas de trabajo, de esta manera ingresar a nuevos mercados con productos de calidad como las prendas a base de lana de alpaca y vicuña (Club de Análisis estratégico de Riesgos 2019).

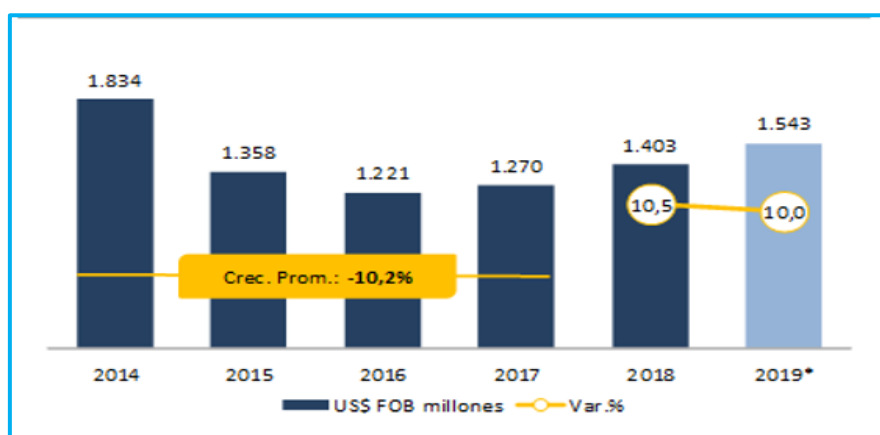


Figura 1. Exportaciones de textiles y confecciones 2019

Fuente: Sunat

Al término de 2018 las empresas dedicadas a la venta de productos de manufactura textil y de confección se embolsaron US\$ 1.403 millones, el paquete de ventas al exterior fue de prendas de vestir (68,2% de participación), fibras textiles (12,7%), hilados (10,2%) y tejidos (8,9%). El envío de prendas (ropa) al exterior alcanzó US\$ 957 millones, y los más destacados en los envíos de t-shirts y camisetas (40,1% de participación), camisas y blusas, suéteres y chalecos, y trajes de sastre. Sobresalen Devanlay Perú, Industrias Nettelco y Topy Top como los más importantes exportadores de prendas de vestir (Club de Análisis estratégico de Riesgos 2019).

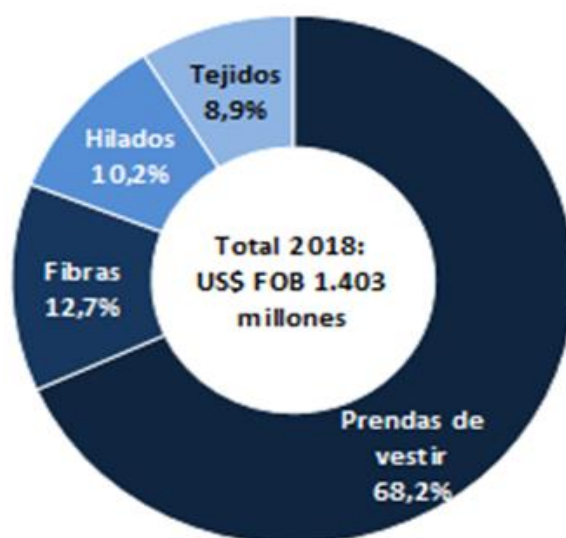


Figura 2. Exportación de textiles por tipo.

Fuente: Sunat

En 2019 el mercado de textiles y confecciones se tornará dinámico, la producción de textiles registraría un crecimiento de 6,5%, impulsada por la recuperación del consumo local; en tanto que las exportaciones e importaciones avanzarían 10% y 9,8%, respectivamente. Además, la producción de algodón sin desmotar aumentaría 64,5%, beneficiando al mercado con insumos de calidad.

Mientras, las importaciones de confecciones y textiles en 2018 sumaron US\$ 2.015 millones, registrando un aumento de 11,8% anual. En lo que se refiere a las adquisiciones de prendas de vestir (44% de participación), destacaron Saga Falabella y Ripley como principales compradores; cabe resaltar que el 66,5% de prendas provino de China (Club de Análisis estratégico de Riesgos 2019).

En la feria y rueda de negocios Perú Moda y Perú Moda Deco 2019, el director de exportaciones de Promperú, Luis Torres tasó que las exportaciones textiles conseguirían una tasa de crecimiento de al menos 7% para este año, impulsadas por la gran aceptación de los productos peruanos confeccionados en base a algodón y a fibra de alpaca (Agencia EFE, 2019).

En el 2018, el subsector textil y confecciones alcanzó un alza de 10% en las exportaciones, logrando así envíos por US\$ 1,400 millones. Sin embargo, aún no se ha alcanzado los US\$ 2,200 millones en exportaciones obtenidos en el 2012, cuando se llegó al récord histórico (Agencia EFE, 2019).

Nuestro crecimiento se debe al mercado americano (USA), y el otro destino es, al mercado de Venezuela, pero actualmente, por el alza de ingreso de productos textiles del continente asiático, China y Vietnam en un mercado golpeado por una crisis económica generalizada, fuimos dejados de lado gradualmente del mercado norteamericano. No obstante, la actualidad económica de Venezuela ha hecho que este mercado obstaculice la importación de nuestros productos. Las medidas que nuestras compañías peruanas deben adoptar es innovar, utilizar nuevas tecnologías, cambiar los métodos de manufactura antigua con herramientas de ingeniería, para incrementar la productividad dando un uso eficiente de sus equipos, materiales y lograr líneas de producción continuos y sobresaliente (Colonia, Elvis, 2017).

En enero de 2019, la producción del segmento industrial de prendas de vestir registro una ligera caída de 0.1 por ciento con relación al mismo mes del año pasado. El mencionado resultado estaría explicado debido a la demanda tanto del mercado nacional como del mercado externo.

Por su parte, la actividad industrial preparación e hilatura de fibras textiles presento una caída de 5.2 por ciento, en comparación a similar mes del año anterior, como consecuencia de la reducción de pedidos nacionales y del exterior. Con este resultado, esta industria cumple 5 meses de resultados negativos (Set: -8.57%, Oct: -8.01%, Nov: -5.18 y Dic: -5.26).

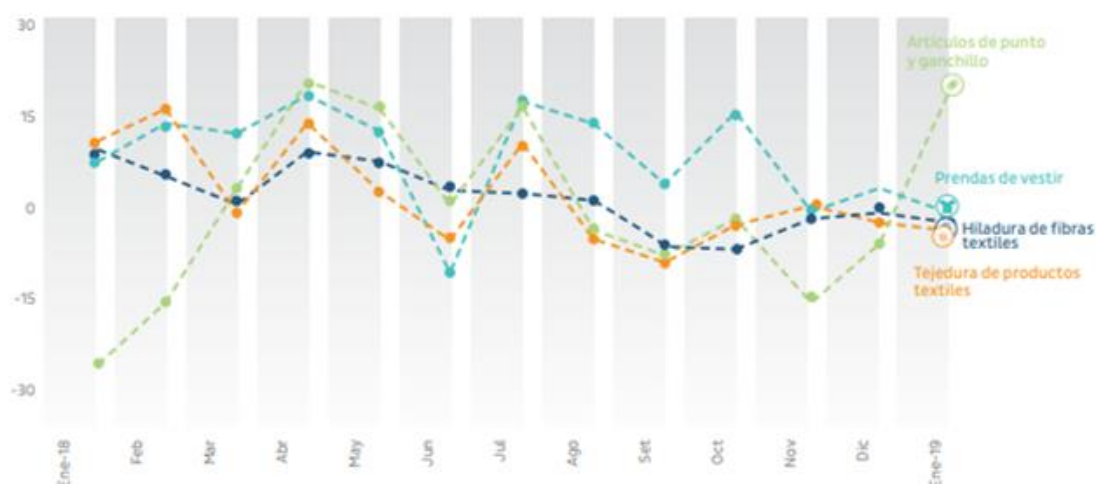


Figura 3. Subsector Manufacturero No Primario, según principales clases del sector textil y confecciones. Enero 2018 - enero 2019.

Fuente: OEE (PRODUCE)

La globalización y los tratados de libre comercio obligan al empresario peruano de contar entre sus profesionales, personal de mantenimiento industrial bien capacitado, para ello las empresas deben invertir justamente en las capacitaciones. Las instituciones educativas del rubro tecnológico están implementando sus laboratorios con tecnología que están a la vanguardia, esto nos hace ver que muchos jóvenes están inclinándose por estudiar carreras técnicas.

Las carreras relacionadas con la tecnología industrial impulsarán la formación técnica en el corto y mediano plazo debido a que son las más demandadas por los jóvenes en todo el país. Alva Gustavo, 2018.

La presente investigación se centra en la empresa Filasur S. A., situada en la ciudad de Lima, tiene 25 años de servicio, trabajando en el mercado nacional e internacional.

El proceso productivo de la empresa se basa en la fabricación de hilos, teniendo como materia prima el algodón Supima, Pima, Upland, Tanguis, Orgánico y Heathers (mezclas).

La flota de maquinarias con las que cuenta Filasur son relativamente modernas y automatizadas y funcionan en un ambiente con temperatura y humedad totalmente controlados para salvaguardar la calidad del producto.

En la empresa Filasur S. A., en el primer trimestre del año, la producción de hilo crudo ha bajado, debido a factores a internos, entre las cuales están las paradas seguidas por fallas

correctivas que ocasionan retraso en la producción, generando sobre costos en las reparaciones, horas hombre y energía. Todo esto origina un incremento de los recursos a utilizar en la producción, al final muchas veces la entrega del pedido hacia el cliente se realiza en forma tardía.

En la figura 4 se plasma el sistema de fabricación de la planta de hilandería de la compañía Filasur S. A. El proceso se inicia en la pinzadora, máquina Unifloc A10, las balas de algodón (fardos) es abierto y separado de las pepas y pajas y es enviado a través de ducto metálico hacia la máquina Uniclean B11, donde se realiza la pre limpieza, desprendiendo las impurezas del algodón y se va desmenuzando, luego es transportado a las líneas de distribución que son las máquinas Unimixes. El material en esta etapa logra una mezcla homogénea, luego el camino del algodón es hacia la máquina Uniflex B60 donde se consigue una limpieza fina y una mezcla muy homogénea; de aquí se distribuye hacia las cardas, previo pasa por la máquina Mpix Jossi, detector de fibras extrañas, donde se separa los polipropilenos y fibras de color. La carda realiza una micro limpieza, paraleliza las hebras de algodón, luego el material llega a las máquinas manuales RSB-D45. Esta máquina tiene por objeto de juntar varias cintas y paralelizar dichas fibras y entregar un material con una densidad mucho más uniforme. Es una máquina utilizada en la hilatura del algodón para el estirado, laminado y estirado de las cintas de fibras que entregan las cardas. También llamada banco de estiraje, luego la siguiente máquina de la línea es la Peinadora E86 que se encarga de separar las hebras de menor longitud, y mejora sensiblemente las propiedades y la uniformidad de los hilados. Además, el peinado optimiza la limpieza del material, eliminando grumos y materias extrañas. El material de esta máquina está destinado a los hilados más finos.

La mechera F11 tiene el objetivo de adelgazar la mecha o cinta, a través del estiraje, para transformarlo en pabilo o mecha y en el siguiente paso hacer posible el hilado. En este paso se incrementa el estiraje de las mechas con ello se mejora la uniformidad de la densidad lineal de la mecha, en seguida esta la continua G33, esta máquina se encarga del hilado, la mecha proveniente de la mechera aquí se convierte en hilo, por medio la torsión y el último estiraje.

En esta etapa del proceso de hilatura se centra el trabajo de proyecto de investigación.

Finalmente, esta las máquinas coneras Muratec Qpro, que tiene como objetivo de purgar o depurar todos los defectos de empalmes, partes gruesas y delgadas. Los conos de hilos que se hacen en las coneras, facilitan las operaciones posteriores de urdido y tisaje. La Conera

cuenta con servomecanismos automatizados por la electrónica y controlados por una computadora y como elemento principal es el purgador electrónico que tiene por misión depurar los defectos del hilo provenientes de la continua.

En la figura 4 se plasma el diagrama de proceso productivo

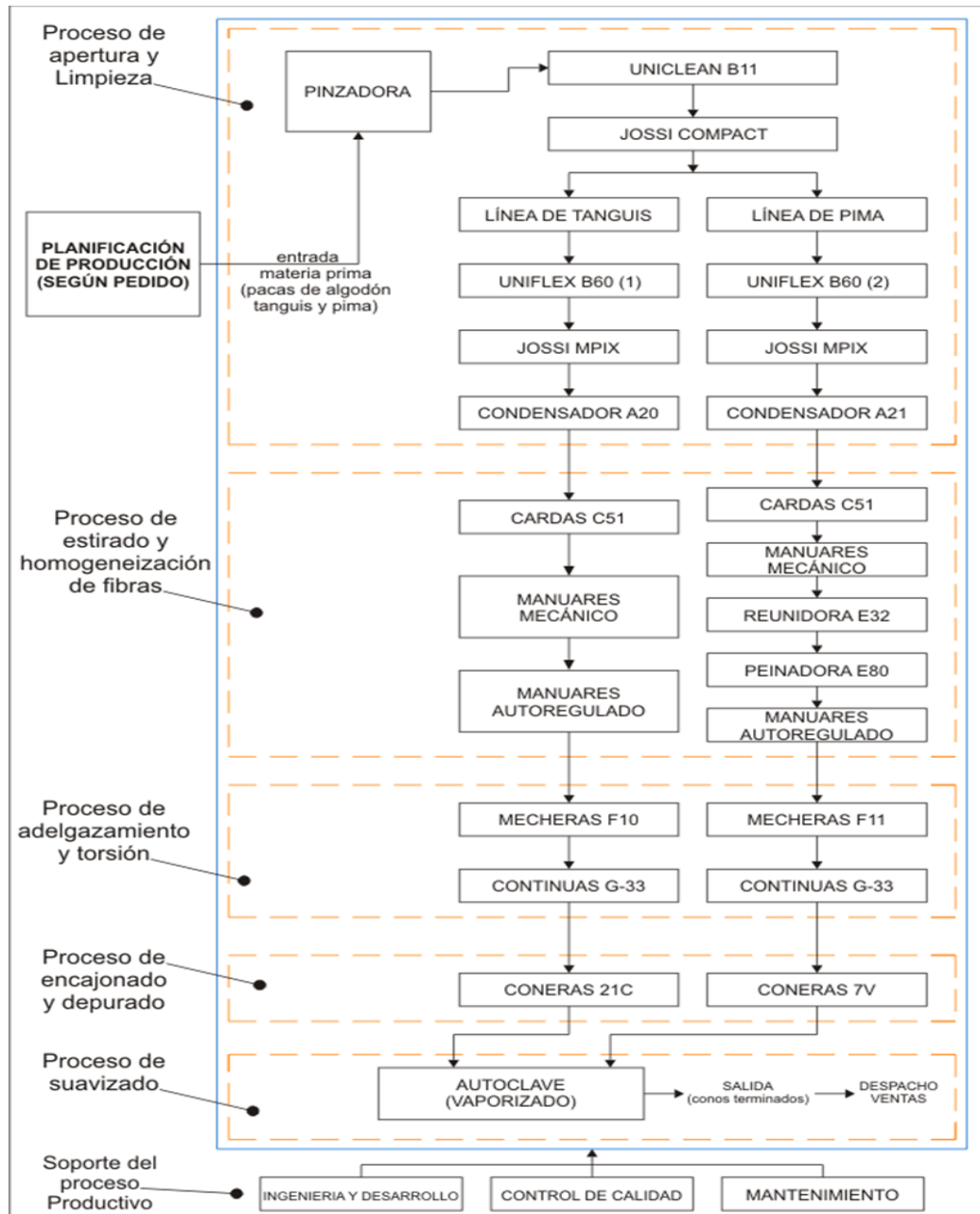


Figura 4. Diagrama de proceso productivo Filasur S. A.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

El área de proceso de hilado es una de las áreas más importantes en la fabricación de hilo crudo, que abastece a las máquinas coneras para el enconado final de hilo. La producción diaria calculada de es de 552 kilos de hilo con una máquina, por tanto, la producción estimada para 30 días fue 16,560 kilos. Sin embargo, solo se produjeron 14,014 kilos de hilo, el cual significa un 15% menos de producción. (Datos proporcionados por el área de producción).

Tabla 1. *Producción programada vs producción lograda (mes de marzo, 2019)*

PRODUCCION PROGRAMADA (Kg)	PRODUCCION LOGRADA (Kg)
16,560	14,014
100%	85%

Fuente: elaboración propia, 2019

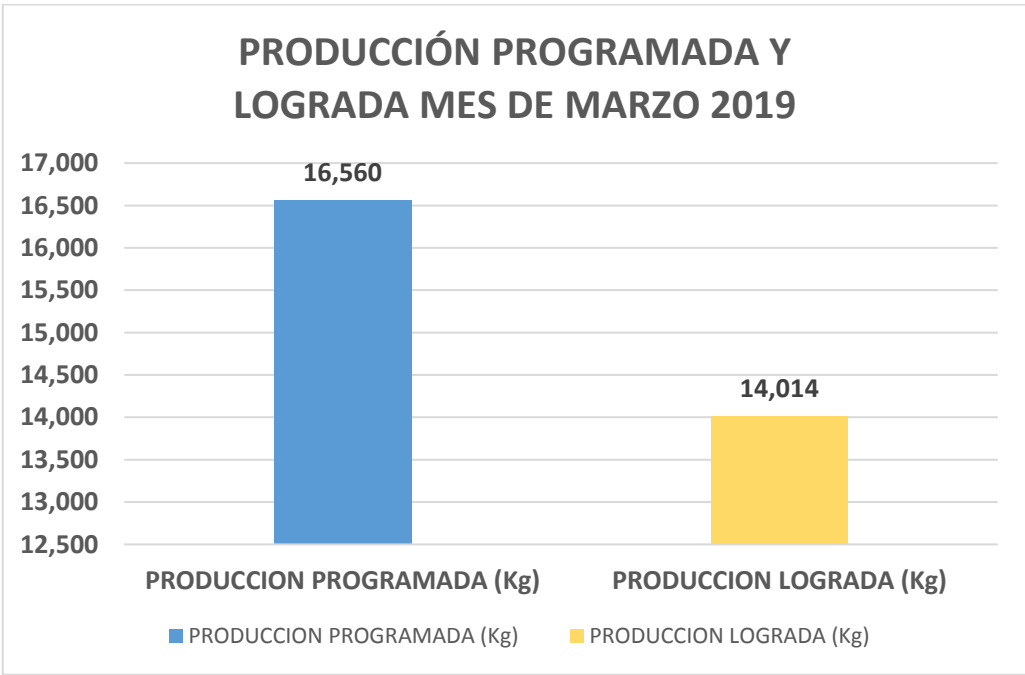


Figura 5. Cuadro comparación de producción programada con producción lograda (marzo 2019).

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Como se puede apreciar en la figura 5, la producción programada fue de 16,560 kilos de hilo. Sin embargo, las fallas presentadas en la máquina número 21 dieron lugar a que la producción baje un 15%, obteniéndose solo 14,014 kilos de hilo.

Por otra parte, el tiempo programado para la producción fue 720 horas. Sin embargo, esto no se cumplió debido a las fallas que se presentaron. Solo se registró 637 horas efectivas de funcionamiento, el cual representa un 12% menos a las horas programadas, por ende, menos kilos de hilo producidos. Ver tabla 2.

Tabla 2. *Horas programadas de producción vs horas de buen funcionamiento (marzo, 2019)*

TIEMPO TOTAL DE PRODUCCION PROGRAMADO (HORAS)	TIEMPO DE BUEN FUNCIONAMIENTO (HORAS)
720	637
100%	88%

Fuente: elaboración propia, 2019

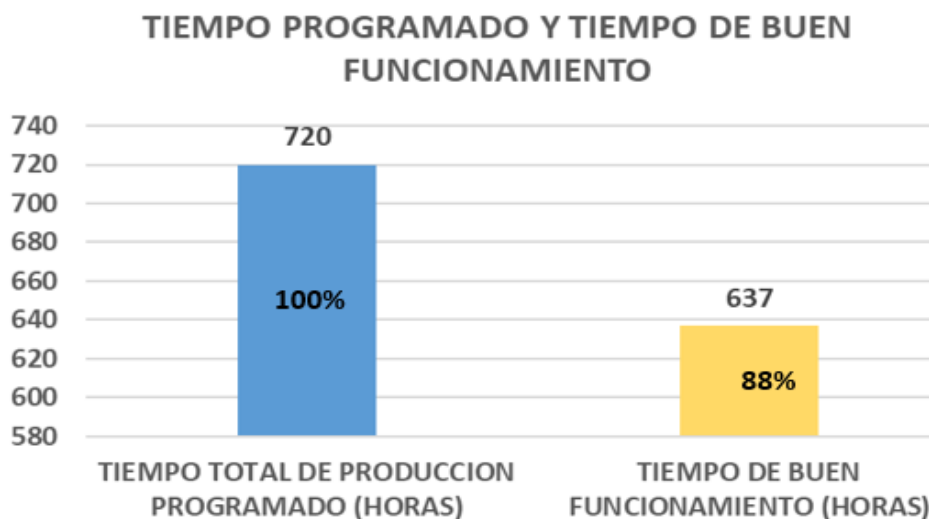


Figura 6. Comparativo de tiempo de producción total y el tiempo de buen funcionamiento

Fuente: Elaboración propia, 2019.

De la figura 6, concluimos que de las 720 horas programadas solo se consiguió 637 horas de buen funcionamiento, en otras palabras, horas efectivas para la producción.

Los problemas que tienen una directa incidencia sobre el área de mantenimiento y su repercusión en la productividad se sintetizan en el siguiente cuadro:

Tabla 3. *Productividad mes de marzo, 2019*

	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
PROMEDIO	88%	85%	75%

Fuente: elaboración propia, 2019.

En la tabla 3 observamos los resultados de la eficiencia 88%, la eficacia 85% y por ende la productividad con 75%.

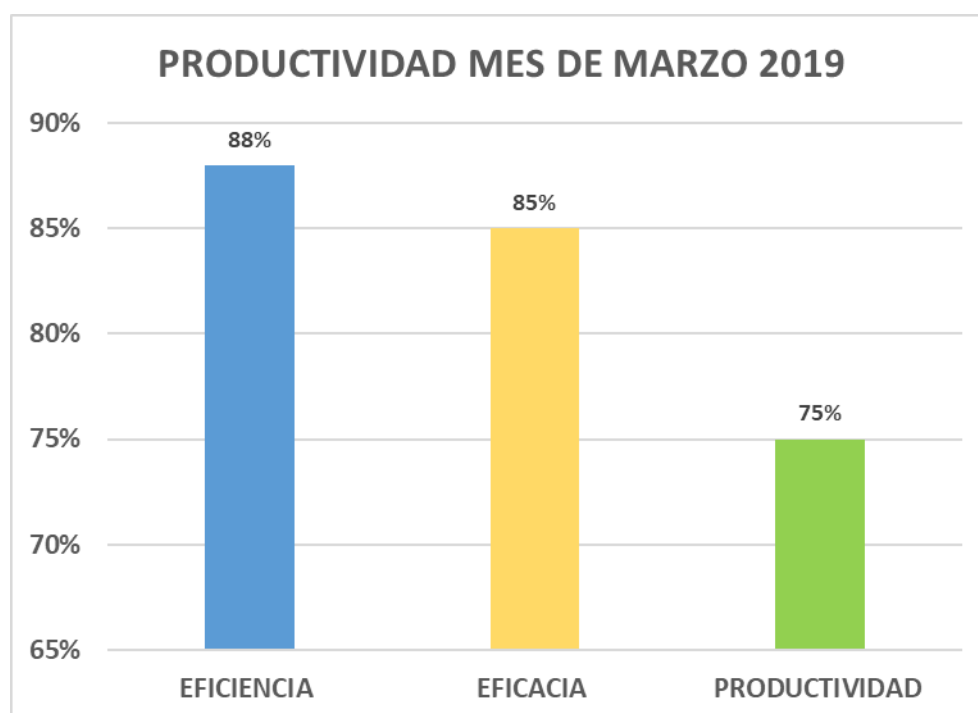


Figura 7. Eficiencia, eficacia y productividad marzo, 2019

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La tabla 7 nos ilustra la realidad de la productividad en el mes de marzo, 2019 de la misma forma la eficiencia y la eficacia.

En una reunión conjuntamente con el jefe de mantenimiento, planificador de mantenimiento y técnicos de experiencia, a través de una lluvia de ideas se hizo un listado de las posibles causas que están ocasionando las fallas en las máquinas continuas de hilar planta 2 y como consecuencia el descontento y reclamo por parte del área de producción porque está afectando directamente la productividad del área. En la tabla 4 se representan las causas.

En la tabla 4 están enumeradas las 15 causas, con sus respectivos orígenes, posibles soluciones y las herramientas de ingeniería a considerar; estas herramientas como las 5's, nos ayudarán a solucionar el desorden de los repuestos existentes en el taller eléctrico para luego clasificarlos, ordenarlos, limpiarlos, preservarlos y estandarizarlos para un mejor control y administración.

En la figura 8, estas causas se plasmarán en la herramienta de causa efecto, diagrama de Ishikawa, en cuatro causas principales que son: mano de obra, maquinaria, métodos y materiales y el problema que es la baja productividad de máquinas continuas de hilar en planta 2 de la empresa Filasur S. A.

Tabla 4. *Problemas que afectaron la producción en el mes de marzo, 2019*

ÍTEM	CAUSA	ORIGEN	SOLUCIÓN	HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA
C1	Deficiente almacenamiento de repuestos en taller de mantenimiento	Desorden	Clasificar, ordenar y limpiar	5's
C2	Personal de mantenimiento no especializado	Poca motivación	plan de capacitación	Recursos humanos
C3	Demoras en el abastecimiento de repuestos	Piden tres cotizaciones	Homologar proveedores	Logística
C4	Escasos planes de inspección a máquinas continuas de hilar	Gestión ineficiente	Realizar planes	Mantenimiento
C5	Inadecuados procedimientos de mantenimiento	Gestión ineficiente	Realizar procedimientos	Mantenimiento
C6	Demoras excesivas en la reparación de máquinas de hilar	Muchas averías	Mejorar mantenimiento preventivo	Mantenimiento
C7	Horas improductivas del personal de mantenimiento	Repartición de órdenes de trabajo incorrectamente	Mejorar plan	Mantenimiento
C8	Ausencia de historial de fallos de las maquinas	Dejadez	Realizar historial	Mantenimiento
C9	Demoras en la solicitud de repuestos de importación	Demora en la cotización	Mejorar relaciones comerciales	Logística
C10	Recorte de presupuesto a la hora de comprar repuestos	Alto costo	Mejorar estrategias de mantenimiento	Finanzas
C11	Demora en la reparación de repuestos electrónicos	Desorden	Priorizar las reparaciones	5's
C12	Ordenes de trabajo no cumplidos	Muchas tareas	Reducir y priorizar tareas	Mantenimiento
C13	Estrategias de mantenimiento insuficientes	Gestión ineficiente	Mejorar estrategias de mantenimiento	Mantenimiento
C14	Poca capacidad de análisis en el personal de mantenimiento	Poca motivación	plan de capacitación	Mantenimiento
C15	Comunicación inexacta con otras áreas	Poco compromiso	mejorar clima	Recursos humanos

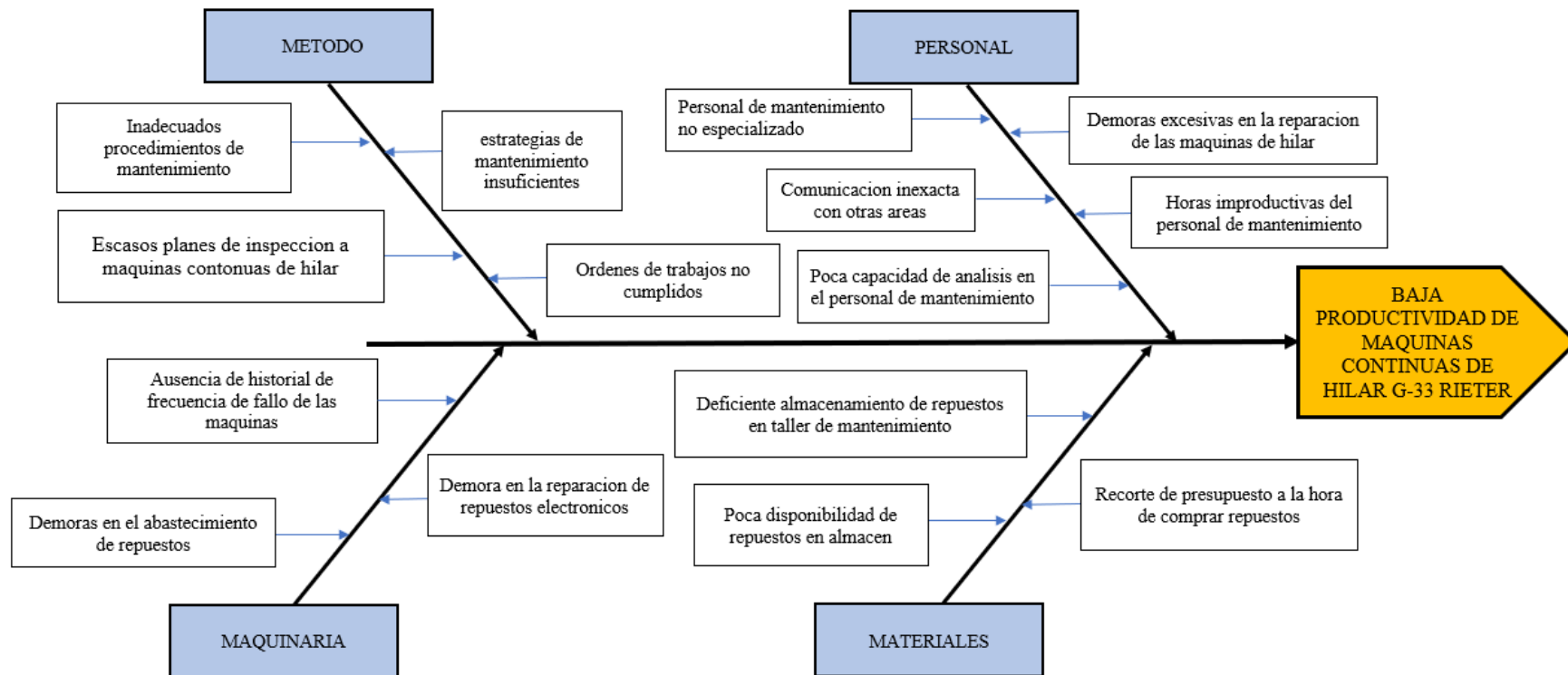


Figura 8. Diagrama de Ishikawa de causa efecto

Fuente: Elaboración propia, 2019.

De la figura 8 podemos concluir que todas las causas que afectaron la productividad están ligada a l alto índice de averías o fallas suscitadas en las máquinas continuas de hilar en planta dos, en el periodo del mes de marzo del presente año.

Seguidamente se desarrolla la matriz de correlación para realizar el diagrama de Pareto (80 – 20).

Tabla 5. *Matriz de correlación*

ITEM	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	PUNTAJE	%PONDERADO	TIPO DE SERVICIO
C1		1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	4	4%	MANTENIMIENTO
C2	0		0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	8	7%	RECURSOS HUMANOS
C3	0	0		1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	5	5%	LOGISTICA
C4	0	1	0		1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	7	6%	MANTENIMIENTO
C5	1	1	1	1		1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	9	8%	MANTENIMIENTO
C6	1	1	1	1	1		1	1	1	0	1	1	1	1	1	13	12%	MANTENIMIENTO
C7	1	1	1	1	1	1		0	0	0	1	1	1	1	1	11	10%	MANTENIMIENTO
C8	0	1	1	1	1	1	0		0	0	0	1	1	1	0	8	7%	MANTENIMIENTO
C9	0	0	0	0	0	0	0	1		1	0	0	0	0	1	3	3%	LOGISTICA
C10	0	0	1	0	0	0	0	0	1		1	0	0	0	1	4	4%	FINANZAS
C11	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0		0	1	1	0	8	7%	MANTENIMIENTO
C12	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	13	12%	MANTENIMIENTO
C13	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0		1	0	4	4%	MANTENIMIENTO
C14	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1		0	6	6%	RECURSOS HUMANOS
C15	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1		5	5%	RECURSOS HUMANOS
																108	100%	

Fuente: elaboración propia, 2019

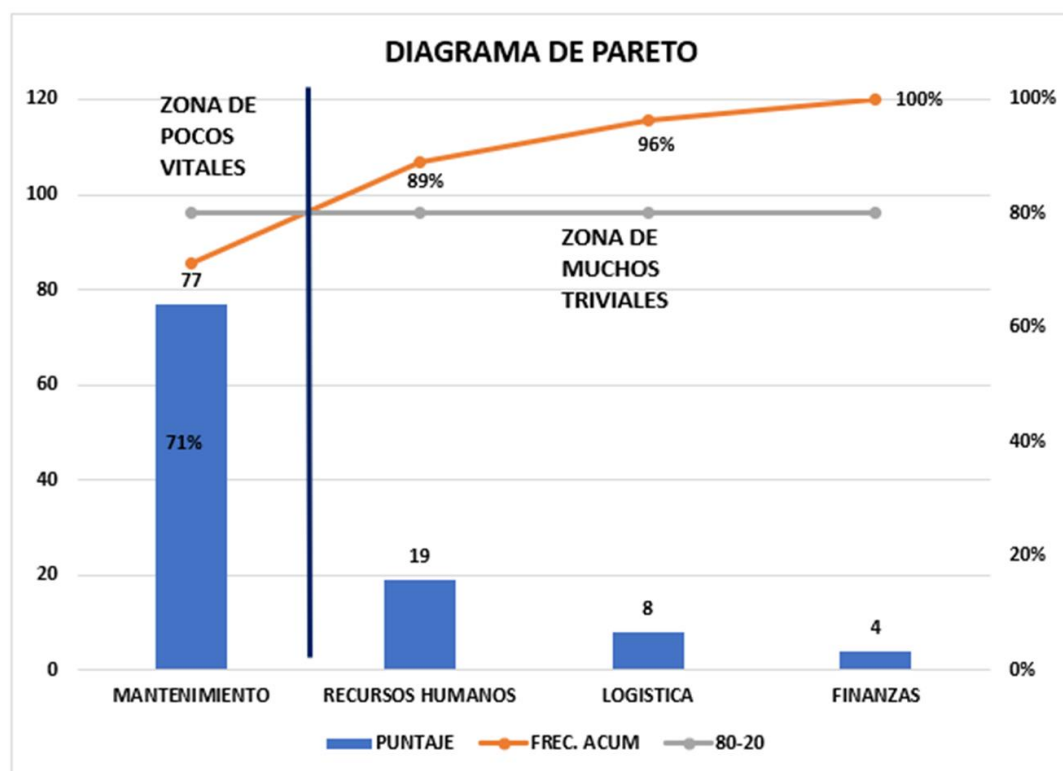


Figura 9. Diagrama Pareto 80 – 20

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Después de realizar la matriz de correlación en la tabla 5, el conjunto de problemas se agrupó en cuatro tipos de servicios, como se muestra en la tabla 6 de la matriz de estratificación. De los cuatro tipos de servicios estratificados, cada uno con su respectivo puntaje y frecuencia acumulada se representa en un diagrama Pareto, donde se concluye que la zona de pocos vitales solo tiene un problema que es el servicio de mantenimiento que representa el 80% de los problemas en la empresa y se debe priorizar su solución; en la zona de muchos triviales tenemos tres problemas, que son: recursos humanos, logística y finanzas que representan el 20% de los problemas de la empresa.

Tabla 6. *Los cuatro tipos de servicios para la estratificación*

TIPO DE SERVICIO	PUNTAJE	% PONDERADO	FREC. ACUM.
Mantenimiento	77	71%	71%
Recursos humanos	19	18%	89%
Logística	8	7%	96%
Finanzas	4	4%	100%

Fuente: Elaboración propia, 2019.

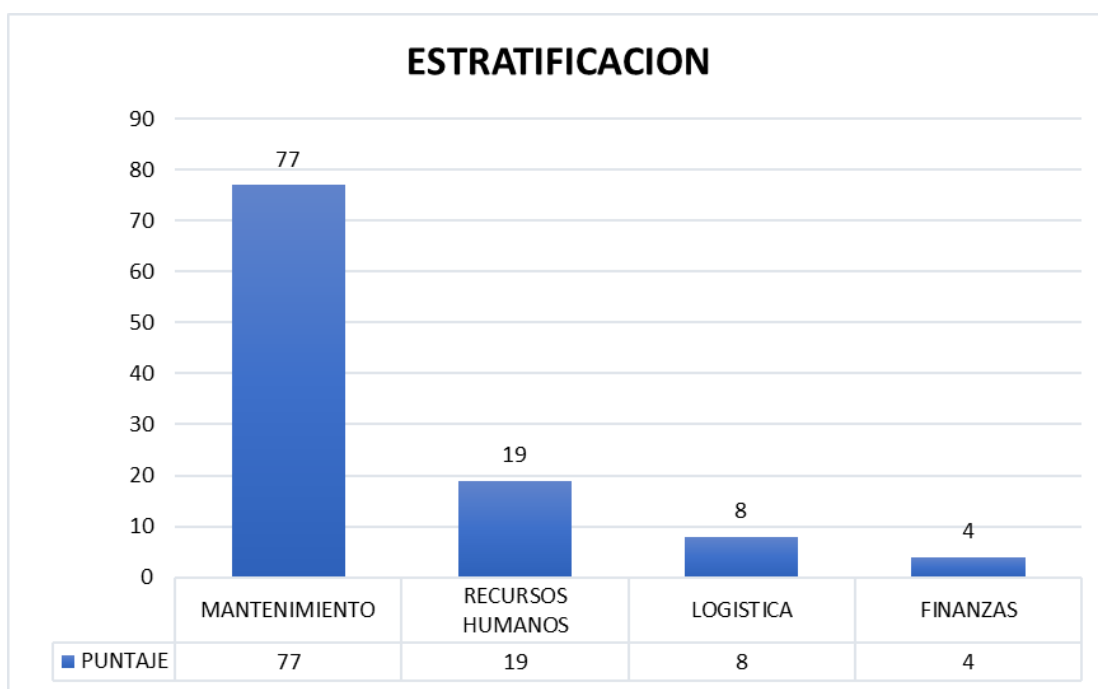


Figura 10. Representación gráfica de la estratificación.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 7. *Matriz de alternativas de solución*

ALTERNATIVAS	CRITERIOS				TOTAL
	INVERSION	DURABILIDAD	FACILIDAD	SEGURIDAD	
LEAN MAINTENANCE	5	4	3	4	16
TPM	5	4	2	3	14
5'S	4	4	2	3	13
ESTUDIO DE TRABAJO	3	3	1	3	10

Fuente: Elaboración propio, 2019

Tabla 8. *Matriz de priorización para la solución de problemas*

CONSOLIDADO DE PROBLEMAS POR AREA	PERSONAL	METODO	MATERIALES	MAQUINA	NIVEL DE CRITICIDAD	TOTAL DE PROBLEMAS	TASA PORCENTUAL DE PROBLEMAS	IMPACTO	CALIFICACION	PRIORIDAD	MEDIDAS A TOMAR
MANTENIMIENTO	3	4	1	2	ALTA	10	67%	5	50	4	LEAN MAINTENANCE
RECURSOS HUMANOS	2	0	0	0	MEDIO	2	13%	4	8	2	GESTION DE TALENTOS
LOGISTICA	0	0	1	1	ALTA	2	13%	3	6	1	JIT
FINANZAS	0	0	1	0	BAJA	1	7%	3	3	2	COSTO BENEFICIO
TOTAL, DE PROBLEMAS	5	4	3	3		15	100%				

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura 10, matriz de estratificación , nos muestra que el servicio de mantenimiento (gestión de mantenimiento) alcanza un 71%, denotando un bajo nivel de servicio interno, por lo que se configura la necesidad de implementar Lean Maintenance (mantenimiento esbelto) que se define como un mantenimiento libre de perdidas, dicho de otra manera, mantenimiento esbelto es la entrega de una prestación de mantenimiento, en este caso hacia el cliente interno (producción) con el menor desperdicio y recursos factibles.

Tras causas detectadas también están el área de logística, que tienen que ver con la demora de abastecimiento de repuestos solicitados, deficiente almacenamiento de repuestos en el

taller, poca disponibilidad de repuestos principales o importantes en el almacén y la limitación de presupuesto para adquisición de repuestos. En cuanto se refiere al servicio de personal hay evidencia de que falta especialización o capacitación en temas de respuesta rápida cuando ocurren averías, automatización industrial y entender los costos que origina los trabajos de mantenimientos correctivos.

La tabla 7, nos muestra las alternativas de las herramientas de ingeniería para la solución de los problemas y la herramienta Lean Maintenance obtiene un puntaje de 16 mayor con respecto a las de más, esto en base a los criterios de inversión, durabilidad, facilidad y seguridad.

Por su parte la tabla 8, matriz de priorización, ratifica que la herramienta ideal para solucionar los problemas es Lean Maintenance con un nivel de criticidad alta y un puntaje ponderado alto de prioridad.

Este proyecto está direccionado al ámbito de mantenimiento industrial como apoyo para dar un mejor servicio a los procesos productivos del área de hilandería de la empresa Filasur S. A. que está situado en el distrito de san Juan de Lurigancho, provincia Lima. La necesidad de mejorar todos estos problemas nos conduce a utilizar herramientas de gestión más eficientes como el Lean maintenance.

1.2 Trabajos previos

Para sostener este trabajo de investigación, se han tomado en cuentas algunos artículos científicos, trabajos de tesis y entre otros documentos digitales con la finalidad de encontrar o identificar las herramientas que pueda aplicar para mitigar el problema de productividad en la empresa Filasur S. A.

A nivel internacional:

MOSTAFA, DUMRAK y SOLTAN, (2015), en su artículo “Lean maintenance roadmap” (hoja de ruta para mantenimiento esbelto) publicado por Elsevier B. V., Indonesia, donde menciona que las acciones de mantenimiento y los costos de operación son importantes en una organización. Se considera como un pilar principal del desempeño de la organización. El pensamiento Lean se pueden incorporar en las actividades de mantenimiento a través de la aplicación de sus principios y prácticas. Mantenimiento esbelto es un requisito previo para sistemas de manufactura esbelta. La revisión bibliográfica exhaustiva se ha llevado a cabo para recoger las estrategias de puesta al día de mantenimiento y actividades, los principios

Lean y prácticas en el proceso de mantenimiento esbelto. El alcance de este documento incluye ocho tipos de residuos (no-valor añadido actividades de mantenimiento), el mapeo de flujo de valor de mantenimiento y un esquema de las prácticas de mantenimiento magras. La salida de este trabajo es una hoja de ruta propuesta para aplicar el pensamiento lean en un proceso de mantenimiento.

Este artículo científico contribuye la presente investigación porque muestra resultados de la aplicación de Lean Maintenance basado en las técnicas de Lean, prácticas en el desarrollo de mantenimiento esbelto, también incluye ocho tipos de residuos que no agregan valor a las labores de mantenimiento y el mapeo de flujo de valor de mantenimiento que consiste en una hoja de ruta para aplicar el pensamiento Lean en el proceso de mantenimiento.

ARSLANKAYA Y ATAY, (2015), en su artículo “Maintenance management and lean manufacturing practices in a firm which produces dairy products” (gestión de mantenimiento y prácticas de manufactura esbelta en una empresa que produce productos lácteos), publicado por la Universidad Sakarya University, Engineering Faculty, Industrial Engineering Department, Turquía, manifiestan que mientras las empresas están luchando para seguir existiendo en el entorno competitivo intensiva, averías inesperadas ocurren en momentos inesperados, lo que conduce a la aparición de paradas en la producción y afecta en los planes de producción. Como resultado, las empresas sufren de la pérdida de ingresos, ya que no pueden lograr la cantidad de producción que han tenido como objetivo. El hecho de que los planes de mantenimiento se han hecho bien, es un tema importante en la prevención de las pérdidas debido a las averías dentro de una empresa. Esto adquiere más importancia particular cuando el sistema de producción crece y aumenta la cantidad de producción. Es necesario planificar las actividades que deben desarrollarse para asegurar que las máquinas e instalaciones de las empresas están trabajando continuamente. Todas las actividades de gestión en relación con las prácticas que incluyen cuestiones tales como la determinación de las prioridades de mantenimiento, así como la preparación y supervisión de los planes de mantenimiento se llevan a cabo con la gestión de mantenimiento. Este estudio ilustra la implementación de técnicas de manufactura esbelta y gestión de mantenimiento con el fin de eliminar los despilfarros por averías y mejorar la productividad creando la motivación de los empleados de una empresa que crea productos lácteos.

DURAN, CAPALDO Y DURAN ACEVEDO, (2017), en su artículo “Lean Maintenance Applied to Improve Maintenance Efficiency in Thermoelectric Power Plants” (aplicación de mantenimiento esbelto para mejorar la eficiencia en plantas de centrales Termoeléctricas), publicado por la Universidad Pontificia Católica de Valparaíso, Chile. Donde consideran que los equipos críticos requieren de un alto nivel de disponibilidad y fiabilidad. Debido a esto, el mantenimiento de estos activos físicos está ganando impulso en la industria.

El mantenimiento se considera como una actividad que contribuye la mejora de la disponibilidad y la productividad de cada pieza del equipo. Varias técnicas se han utilizado para lograr mayores eficiencias en el mantenimiento, entre los cuales podemos hallar la filosofía de mantenimiento esbelto. A pesar de la amplia difusión de mantenimiento esbelto, no existe un método estructurado que apoya la prescripción de las herramientas Lean aplicadas a la función de mantenimiento. En este trabajo se presenta la experiencia acumulada en dos proyectos de mantenimiento esbelto en centrales termoeléctricas. La aplicación de técnicas Lean está basado en el uso de un proceso de toma de decisiones multicriterio desarrollado previamente que utiliza la metodología Fuzzy Proceso Analítico Jerárquico (AHP) para llevar a cabo unas tareas de diagnóstico y la prescripción. Esa metodología permitió la prescripción de las técnicas lean apropiados para resolver las principales deficiencias en la función de mantenimiento. Los logros de la aplicación de tales herramientas lean muestran resultados importantes, por lo que la función de mantenimiento en las plantas termoeléctricas más eficientes y esbelto.

DURAN y DURAN ACEVEDO, (2017)“La necesidad de una evolución de la RCM consolidada (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad) modelos es algo que un buen número de expertos han venido señalando desde hace bastante tiempo. Varios autores están considerando con frecuencia la adición de diferentes técnicas en un análisis de RCM para aumentar su eco-eficiencia y calidad. El objetivo de este trabajo es presentar un método que se identificó si los componentes más críticos de un sistema, con el fin de contribuir a la priorización de las acciones de mantenimiento. El método utiliza técnicas de fiabilidad y de análisis de riesgos, tales como Estudio de Peligros y Operatividad (HAZOP), análisis de árbol de fallos (TLC) y modos de fallo y análisis de efectos criticidad (FMECA). También utiliza un método de decisión multicriterio, el Proceso Analítico de red (ANP), para la clasificación de los componentes más críticos. El método se aplica en el sistema de desulfuración de gases de

combustión de una central eléctrica con carbón. Los logros conseguidos con la aplicación del método indican los componentes más críticos para los que los planificadores de mantenimiento se centrará la atención, con el objetivo de aumentar la disponibilidad y la disminución del riesgo en relación con la operación de la planta”. (Duran, Capaldo y Duran Acevedo 2017).

BALL Y LUNT, (2018), en su artículo “Lean eco-efficient innovation in operations through the maintenance organization”, (innovación ecológica eficiente a través de la organización de mantenimiento), publicado por International Journal of Production Economics, York-Inglaterra, donde manifiestan que los sistemas de producción de Lean dominan las operaciones de la cadena de suministro y se están mejorando a través de prácticas eco-eficientes para reducir aún más los residuos y trabajan hacia la sostenibilidad. Ha habido avances en eco-eficiencia a través de la reducción de la energía, el agua y el consumo de otros recursos. Por lo tanto, los programas de sostenibilidad más amplios han mejorado la vida social y rendimiento eco-eficiente en operaciones anteriormente esbelta. Mientras que los programas de eco-eficiencia han mejorado las cadenas de suministro esbeltas, que por lo general han sido separados en lugar de integrar día a día la innovación. Las métricas operativas desplegadas normalmente favorecen costo, la calidad y la entrega con eco-eficiencia que avanzaba como proyectos separados. Por el contrario, la organización de mantenimiento, para contribuir a la dimensión de la sostenibilidad de la innovación en las operaciones de la cadena de suministro está ausente en la teoría y la práctica a pesar de su papel inherentemente complementaria para mantener y mejorar el rendimiento de los activos. La presentación de la actividad esbelta impulsado por la innovación a través de mantenimiento para mejorar la eco-eficiencia ofrece oportunidades para nuevas prácticas y tecnologías. Este documento considera la literatura actual y presenta la evolución de energía eficiente en un programa, a través de 11 sitios en una cadena de suministro esbelto con el apoyo de mantenimiento. La novedad es un marco que muestra cómo insertar la innovación eco-eficiencia en las operaciones esbeltas impulsado por la innovación a través del mantenimiento, a superar las barreras a la implementación y apoyar a otros a través de una comunidad de expertos.

A NIVEL NACIONAL:

ESPEJO, Juneth (2016), en su tesis Aplicación del Lean Maintenance para aumentar la productividad de envases plásticos en la empresa Laboratorios SMA S. A. C. Trabajo de titulación (Ingeniero Industrial), Perú, Universidad Cesar Vallejo (Espejo 2016).

En esta tesis que trata sobre Lean Maintenance, el investigador quiere incrementar la productividad de envases de plásticos eliminando los despilfarros o desperdicios en actividades que no añaden valor y reduciendo las fallas correctivas, utilizando métodos de análisis, para tal fin el investigador utilizó instrumentos de recolección de datos para formular los indicadores de la variable independiente, la eficacia y la eficiencia.

Para contrastar las hipótesis la prueba t-student, con un nivel de significancia (α) del 5% que representa el segmento del rechazo de la hipótesis, de esta forma el nivel de confianza fue del 95% que representa la otra parte del segmento de rechazo ($1 - \alpha$).

El investigar concluye con que se demostró la hipótesis que la media de diferencias es de 18,12 en favor de la productividad. La P que representa la Sig (bilateral) es de 0,000. Por tanto, la significancia es de 5% ($0,000 < 0,05$) la hipótesis Nula se rechaza, por lo tanto, la hipótesis alternativa se acepta. Con esto queda demostrado que Lean Maintenance si incrementa la productividad (Espejo 2016).

El trabajo citado sirve como guía para el cabal análisis observado en la empresa Filasur S. A.

APONTE, Ruben (2017), en su tesis Aplicación de Lean Manufacturing para la mejora de la productividad de tejidos en la Cía. Universal textil S. A., Lima, 2017, para optar el título de Ingeniero Industrial, Perú, Universidad Cesar Vallejo. Trabajo de investigación de tipo aplicada, nivel descriptivo explicativo y diseño experimental, en su población utiliza diez máquinas telares en un tiempo de tres meses pre y otros tres de post; utilizó como instrumento ficha de recolección de datos para la observación de la aplicación de Lean Manufacturing y su herramienta SMED, obteniendo un resultado favorable, en cuanto a la eficiencia de un 88% a 96%, de la misma manera aumento la eficacia de un 89% a 99%, por tanto concluye que la productividad aumento de 78% a 95%.

CRIOLLO, Meliton (2017), en su tesis Mantenimiento Autónomo para Mejorar la Productividad del área de Corrugado de la empresa Trupal S. A., Huachipa, 2017, para obtener el

título de Ingeniero Industrial, Perú, Universidad Cesar Vallejo. Investigación de tipo cuantitativo y aplicativo, nivel descriptivo explicativo, además el tesista usa un diseño cuasi experimental y longitudinal, entre sus instrumento esta recolección de datos de observación directa y su muestra lo conforman los metros lineales de cartón corrugado, en un periodo de producción de 30 días, donde demuestra a través de análisis estadístico la mejora en la productividad de 18.90%, con el cual concluye que el mantenimiento autónomo si mejoró la productividad en el área de corrugado y tras el análisis inferencial la población en observación aumento la disponibilidad de la línea corrugadora en la empresa Trupal S. A.

COLONIA, Elvis (2017), en su tesis Aplicación del TPM para mejorar la Productividad en el área de Tintorería de telas en la empresa Textiles Camones, Puente Piedra, 2017. Trabajo de titulación como Ingeniero Industrial, Perú, Universidad Cesar Vallejo. En la tesis el investigador quiere mejorar la productividad a través del TPM, que por su tipo es investigación es aplicada, su nivel es descriptivo explicativo, el tesista nos dice que tiene un enfoque cuantitativo y el diseño de investigación es cuasi experimental, también nos dice que su población es 29 máquinas del área de tintorería de telas y su muestra de 30 días de operaciones realizadas por las máquinas, por tanto concluye que la aplicación de TPM mejoro la productividad de 68.37% a un 85.56%, también demuestra que la eficiencia y la eficacia aumentaron de un 79.2% a un 94.2% y de un 86.9% a un 91.1% respectivamente.

CONDOR, Heidy (2018), en su tesis Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para incrementar la productividad en la línea de ropa interior de industrial Kael S. A. C., San Luis, 2018. Trabajo de titulación como Ingeniero Industrial, Perú, Universidad Cesar Vallejo. En la siguiente tesis de Lean Manufacturing, la investigadora afirma que el estudio realizado tiene como finalidad aplicativa, su nivel descriptivo explicativa y de naturaleza cuantitativa, la investigadora, también sostiene que el diseño de investigación que utilizo es cuasi experimental y como alcance longitudinal. Para el recojo de datos, el tesista utilizo la observación y como instrumento hoja de registro de datos. En cuanto a su población estaba constituido por los lotes de fabricación de la línea de trusa deportiva en un periodo de cuatro meses antes de la ejecución de herramientas Lean y cuatro meses después. La muestra es igual a la población. La técnica que utilizó fue por conveniencia. Para la validación de hipótesis utilizo Shapiro Wilk por tener datos menores a treinta, luego contrasta con T- Student, obedeciendo a que los datos de pre test y post test coincidieron ser paramétricos. Con la implementación

de la propuesta de mejora obtuvo un incremento de la eficiencia en un 16% y la eficacia en un 12%, logrando una productividad de 72%, alcanzando incrementar en un 21%.

1.3 Teorías Relacionadas.

➤ VARIABLE INDEPENDIENTE: LEAN MAINTENANCE

1.3.1 Lean Maintenance

(Blanco y Dederichs 2018, p. 1), expone al respecto:

[...] las empresas con una función de mantenimiento eficiente y eficaz tienen una clara ventaja competitiva. Una función de mantenimiento Lean asegura que todos los recursos se dediquen a actividades de valor agregado, eliminando el proceso de "desperdicio" y pudiendo hacer más con los recursos actuales.

Según Jasiulewicz y Saniuk (como se citó en Antosz, Pasko y Gola, 2019), señalan que “lean maintenance es un concepto que implementa actividades destinadas a aumentar la eficiencia y la eficacia de la infraestructura técnica”

1.3.2 Proceso esbelto

(Gutierrez 2017, p. 96), manifiesta que “lo inverso a un proceso esbelto es un proceso “obeso, lleno de sebo”, en el que no avanza el trabajo y existe pases laterales, atascos, [...], muchas tareas que se hacen por rutina, pero que no añaden valor al producto”.

Básicamente podemos decir que el mantenimiento esbelto es un mantenimiento proactivo, en el cual son utilizadas estrategias desarrolladas como aplicaciones del mantenimiento basado en la confiabilidad, destacando que se usan procesos tales como: 5S, eventos de mejora kaizen entre otros.

CHAHIDA Raddam y ABDERRAZAK Boumane (2016), sostiene que “Lean es un enfoque sistemático que tiene como objetivo eliminar desperdicios en todos los ámbitos de la producción, incluida la gestión de relaciones con clientes (ventas, entregas, facturación, entrega al cliente, ...)”

Mantenimiento esbelto

Para Giraldo (2013), define lean maintenance como “mantenimiento esbelto (lean) se define como la entrega de los servicios de mantenimiento a los clientes con el menor desperdicio o recursos posibles” (p. 15).

Sin embargo, otro concepto que propone Srinivasan, Mandyam, Bowers, Melissa, Gilbert (2014), es “lean es un facilitador de una estrategia de crecimiento. Para este fin, se requiere una perspectiva de teoría de restricciones (TOC), para crear el enfoque estratégico necesario para el máximo impacto financiero” (p. 27).

Para (Levitt (2008), manifiesta que lean maintenance “se define como la prestación de servicio de mantenimiento a clientes con el menor desperdicio posible, o la producción de un resultado de mantenimiento deseable con la menor cantidad de insumos posible” (p. XII).

Otra definición que encontramos en los artículos leídos es. Una organización, aplicando Lean maintenance logra la excelencia en la administración de los activos físicos de una planta industrial que lidera una cultura necesaria para lograr altos niveles de confiabilidad de los equipos (Kister, 2006, p. 53).

Principios lean:

En la industria automotriz Toyota, para lograr un liderazgo de calidad de primera, todos los procesos se deben medirse bajo los principios siguientes:

1. Orientación al cliente.
2. Eliminación de desechos.
3. Solución de problemas de causa raíz.
4. Ir y ver.
5. Evitar errores y estandarizar.
6. Participación de los empleados.
7. Esfuerzo permanente: mejora continua.

Los 8 desperdicios de lean

Como principio principal de la filosofía Lean es eliminar cualquier tipo de desperdicios. A menudo no identificamos los desperdicios fácilmente o creemos que es inevitable. Para tomar conciencia a respecto, es necesario tener presente en nuestra mente los ocho tipos de residuos. En seguida enumeraremos con ejemplos de por medio:

1. Sobreproducción, por ejemplo, el mantenimiento se realiza con mayor frecuencia de lo necesario o los componentes se reemplazan demasiado pronto.
2. Uso inadecuado de la tecnología, por ejemplo, en bombas de agua utilizar alicates en lugar de llave inglesa.
3. Esperar, por ejemplo, esperando un permiso de trabajo esperando material o repuesto.
4. Transporte innecesario, por ejemplo, para herramientas y accesorios que se almacenaron en lugares inadecuados o se enviaron al lugar equivocado debido a errores de planificación.
5. Movimiento innecesario, por ejemplo, búsqueda de herramientas o documentación, mala coordinación de trabajos y proceso complicado de permiso de trabajo.
6. Alto inventario, por ejemplo, exceso de repuestos en inventario y muchos ordenes de trabajo sin cerrar.
7. Retrabajo y desecho, por ejemplo, hacer trabajos de mantenimiento de manera incorrecta y volverlos a realizar, obviamente con el desperdicio correspondiente de repuestos y materiales.
8. La inteligencia no utilizada, por ejemplo, no tener la costumbre de pedir a los técnicos retroalimentación de los trabajos que realizan, porque son ellos los que están cerca de las máquinas y pueden tener mejores ideas.

Fases de implementación de lean maintenance

Para implementar Lean Maintenance en el presente trabajo de investigación nos basaremos en los seis pasos según el libro de Lean Maintenance, una guía práctica paso a paso para incrementar la eficiencia de los Autores Javier Girón Blanco y Torsten Dederichs, donde ellos sostienen que para mejorar las actividades de mantenimiento y lograr mayor eficiencia se deben seguir los siguientes pasos:

- Paso 1: “¿Qué puedo hacer por ti?” Mejorar las notificaciones de mantenimiento
- Paso2: “Reparar o no repara”: Mejorar la selección y priorización del trabajo de mantenimiento.
- Paso 3: “¿Tenemos todo lo que necesitamos?” Mejorar la planificación de ordenes de trabajo.
- Paso 4: “Como un reloj”: Mejorar la programación de ordenes de trabajo.

- Paso 5: “Lo real”: mejorar la ejecución de la orden de trabajo.
- Paso 6: “¿Cómo le fue?: Introduciendo indicadores de rendimiento.

Tipos de mantenimiento

Mantenimiento correctivo

(Mostafa, Dumrak y Soltan 2015), exponen “el mantenimiento correctivo se conoce como el mantenimiento basado en el fracaso, el mantenimiento de emergencia, mantenimiento de extinción de incendios, o mantenimiento avería. El concepto de estrategia de mantenimiento correctivo se basa en la fijación después del fracaso [17]” (p. 3).

Para (Reina et al. 2016), define el mantenimiento correctivo como “una acción de recuperación realizada después de una falla para restaurar el sistema a su estado operativo. No está programado y normalmente tiene un alto costo de aplicación” (p. 2).

Mantenimiento preventivo

(Cuatrecasas 2010, p. 191), manifiesta “el mantenimiento preventivo determina y hace un seguimiento a todas las partes del equipo, monitorea sus condiciones presentes, para prevenir fallos que puedan ocasionar parada de la producción, por ende, bajo en rendimiento, mala calidad”.

Otra definición de mantenimiento preventivo lo encontramos en el artículo de Ozcan y Simsir (2019), donde conceptualiza como “un plan de mantenimiento preventivo bien preparado siempre gana más de lo que cuesta. Por qué el costo de detener la producción debido a las interrupciones es mucho mayor que los costos de mantenimiento preventivo” (p. 2)

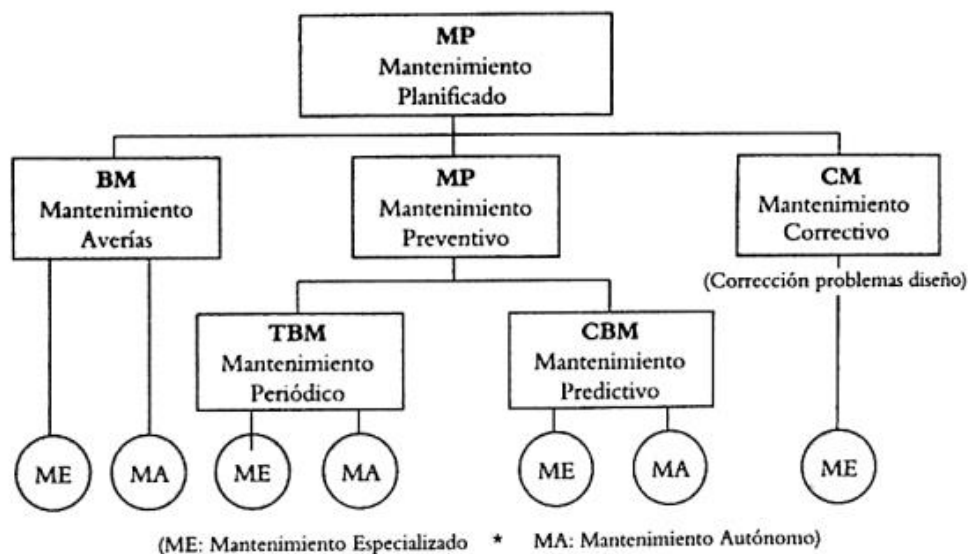


Figura 11. Clasificación del mantenimiento planificado (fuente: Cuatrecasas, 2010)

La figura 11 nos muestra un organigrama de la jerarquización de mantenimiento, clasificándose en cinco equipos bajo la dirección de planificación de mantenimiento y otras áreas que conforman el mantenimiento especializado y mantenimiento autónomo.

Mantenimiento predictivo

(Sakib y Wuest 2018), determina “mantenimiento predictivo es saber de antemano que las acciones se deben tomar para evitar interrupción de la producción bajo diferentes condiciones. [...]. Mantenimiento predictivo ayuda a medir y registrar los parámetros físicos de manera continua para el análisis”.

Para (Lee et al. 2019), en su artículo sostienen que el mantenimiento predictivo “tiene la capacidad de romper la compensación al maximizar la vida útil de un componente y el tiempo de actividad simultáneamente. Está diseñado para monitorear la condición de equipo en servicio y luego predecir cuando el equipo fallará” (p. 507).

Para (Carvalho et al. 2019), define que “utiliza herramientas predictivas para determinar cuando son necesarias las acciones de mantenimiento. Eso se basa en el monitoreo continuo de la maquina o en la integridad del proceso, lo que permite realizar solo el mantenimiento cuando es necesario” (p. 2).

A su vez para (Gutschi et al. 2019), “mantenimiento predictivo (PdM) aplica modelos pronósticos para predecir la condición del equipo. Los modelos de predicción suficientemente

precisos de los modos de falla se derivan del análisis y la evaluación repetidos de los datos recopilados”.

Métodos de implementación

Herramientas lean

En cuanto a las herramientas Lean que se pueden aplicar durante la implementación del proceso de mantenimiento, nos basaremos en las herramientas que nos proporciona el libro de Lean Maintenance, una guía práctica paso a paso para incrementar la eficiencia de los autores Javier Girón Blanco y Torsten Dederichs

- 5's
- Análisis de causa raíz
- Mapeo de procesos

Las 5's

Blanco y Dederichs (2018), dice “Esta es probablemente la herramienta Lean más conocida. Es una metodología para la organización del lugar de trabajo. La razón detrás de 5S es que el trabajo realizado de forma limpia, El lugar de trabajo ordenado que se mantiene en una condición estándar es más seguro y más productivo. Además, las condiciones anormales se pueden identificar (literalmente) de un vistazo. El término 5S se deriva de los términos japoneses originales de los siguientes pasos del proceso” (p. 150).

- Seiri (selección): separe los elementos necesarios y usados de los elementos no necesarios y no utilizados. Idealmente, las cosas que nunca se usan, que son viejas u obsoletas, deben ser descartadas. Esto resulta en un lugar de trabajo menos lleno de gente.



Figura 12. Diagrama de clasificar u organizar, 5s («Metodología de las 5s - Ingeniería Industrial»)

En la figura 12 nos muestra el diagrama de cómo realizar la clasificación de los objetos necesarios, dañados, obsoletos y otros que están de más en la secuencia como sigue, si es necesario organizarlo, si está dañado repararlo, si es obsoleto descartarlo y los otros objetos de más descartarlos o donarlos dependiendo se aún tienen utilidad.

- Seiton (orden): tenga un lugar para todo y mantenga todo en su lugar. Use etiquetas, demarcación de pisos, etc.
- Seiso (limpieza): Limpie el lugar de trabajo y manténgalo limpio. Esto ayuda a identificar rápidamente las desviaciones del proceso de un vistazo.
- Seiketsu (estandarizar): estandarizar las nuevas prácticas de mantenimiento.
- Shitsuke (autodisciplina): asegúrese de que se cumplan los estándares mediante listas de verificación, auditorías, etc.

La herramienta de las cinco S nos enfoca en mejorar las condiciones de los lugares de trabajo. Para Kumar, Mohan y Mohanasundaram (2019), sostienen que “la herramienta 5’s ayuda a brindar a todos la oportunidad de aprender una cultura de desarrollo y mantenimiento de un ambiente de trabajo limpio y organizado” (p. 5).

Por su parte Oliveira, Sá y Fernandes (2017), conceptualizan las 5’s de esta manera “trae varios beneficios para una empresa, siendo el más relevante la disminución de la pérdida

de tiempo y espacio. Según Hirano [13], los beneficios de aplicar 5's se extiende a la calidad, seguridad y la higiene" (p. 5)

1.3.3 Teorías relacionadas a variable dependiente

➤ Variable dependiente: Productividad

Productividad

Un artículo científico define la productividad de esta forma. En la actualidad la investigación de la mejora de la productividad en una planta industrial se ha convertido en un espacio muy importante para muchos investigadores e industriales, donde coinciden que la actividad de la producción es la parte más sobresaliente en cualquier cadena de valor (Abolhassani, James Harner y Jaridi, 2019, p. 2).

Otro artículo sostiene que la productividad "es un factor importante que se calcula mediante la conversión de entradas al total de salidas. La salida de cualquier sistema de fabricación generalmente se expresa en unidades de volumen físico, como piezas, toneladas y cualquier otra unidad medible"(Rawat, Gupta y Juneja 2018, p. 1486)

"la productividad se mide por la fracción formado por los resultados obtenidos y los recursos utilizados. [...]. En otras palabras, la medición de la productividad resulta de valorar adecuadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados"(Gutiérrez 2017, p. 20).

"La productividad se ha definido generalmente como la relación de una extensión del producto a la unidad de todos los recursos utilizados para producir este producto"(Duran, Cetindere y Aksu 2015, p. 110)

Otro autor considera que "La productividad tiene que ver con la calidad y como de las características de los productos [...]. La productividad es el determinante fundamental del nivel de vida de una nación a largo plazo"(CRUELLES 2013, p. 10).

Para Roghanian, Rasli y Gheysari (2012), señalan que "la productividad es un concepto social y se presenta como una "actitud mental". Busca mejorar cosas que ya existen continuamente y enfatiza que uno puede mejorar día tras día comparando el día anterior, en otras palabras, cada día mejora" (p. 551)

En tanto para (García 2011, p. 17), "Es el cociente entre los productos obtenidos y los materiales que se utilizaron para la producción.

El resultado del índice de la productividad muestra el buen aprovechamiento de todos y cada uno de los elementos intervinientes de la producción, los críticos e importantes, en un tiempo definido”.

Otra definición de la productividad podemos considera de (Prokopenko 1989, p. 3), donde manifiesta que “una productividad mayor significa la obtención de más con la misma cantidad de recursos, o el logro de una mayor producción en volumen y calidad con el mismo insumo”.

Indicadores de la productividad

Productividad

“se mide como el cociente de los resultados obtenidos y los recursos utilizados” (Gutierrez 2017, p. 20)

$$Productividad = E \times Ei$$

Eficiencia

“Es la relación entre el tiempo utilizado y el tiempo programado. La eficiencia determina la buena utilización de los recursos en este caso el tiempo en la producción de un producto. Eficiencia es hacer bien las cosas” (Gutierrez 2017, p. 20).

$$Eficiencia = \frac{TUPH}{TTPH} \times 100\%$$

Eficacia

“Es la relación entre la producción obtenida y el tiempo utilizado. La eficacia expresa el resultado de la obtención de un producto en un tiempo definido ”(Gutierrez 2017, p. 20).

$$Eficacia = \frac{PL}{PP} \times 100\%$$

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema General

¿De qué manera la implementación de Lean Maintenance mejora la productividad de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019?

1.4.2 Problemas Específicos

¿De qué manera la implementación de Lean Maintenance mejora la eficiencia de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., J. L., 2019?

¿De qué manera la implementación de Lean Maintenance mejora la eficacia de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019?

1.5 Justificación del estudio

a. Relevancia social:

La implementación de Lean Maintenance tiene un alcance fundamental en la motivación de los trabajadores del departamento de mantenimiento. Se espera un incremento de su eficiencia diaria y el departamento de producción estará más que contento ya que las máquinas de hilar tendrán mayor eficiencia y se cumplirán las metras trazadas por la organización.

b. Justificación económica:

CATAÑEDA, (2015) sostiene que “Aumentar la rentabilidad y competitividad de una empresa no es tarea fácil, pues no solo se trata de elevar los precios, sino de aplicar estrategias orientadas a reducir costos de producción, errores, mermas y desperdicios para mejorar la calidad de sus productos y servicios”. (p. 14).

La implementación de Lean Maintenance en la empresa Filasur reducirá los costos generados por mantenimiento correctivos no programados y sus repercusiones en servicios de reparación por terceros.

c. Aporte teórico:

(VALDERRAMA 2013, p. 140), define de esta manera: “se refiera a la inquietud que surge en el investigador por profundizar en uno o varios enfoques teóricos que tratan el problema que se explica. [...] es importante indicar, en el diseño, los principales elementos teóricos sobre las cuales se pretende desarrollar la investigación.

La justificación teórica responde a la pregunta: ¿usted quiere contrastar la forma un modelo teórico se presenta en una realidad?”.

Con el aporte teórico se pretende generar conciencia o reflexión sobre la importancia de lean Maintenance y su repercusión en la productividad.

d. Aporte práctico:

(VALDERRAMA 2013, p. 141), dice “se expresa en el interés del investigador por mejorar sus conocimientos, lograr el título académico, es el caso, por retribuir a la solución de problemas concretas que afectan a los entes empresariales, públicas o privadas”.

Con nuestro trabajo de investigación se quiere disminuir problemas de fallas correctivas utilizando la herramienta Lean a fin de mejorar la productividad de la empresa en el área de hilandería.

e. Aporte metodológico:

(VALDERRAMA 2013, p. 140), explica “hace alusión al uso de metodologías y técnicas específicas (instrumentos como encuestas, formularios o modelos matemáticos) que han de servir de aporte para el estudio de problemas similares al investigado, así como para la aplicación posterior de otros investigadores”.

Lean Maintenance cambia el enfoque de mantenimiento de los activos en la empresa Filasur, enfatiza el trabajo en equipo.

1.6 Hipótesis características y tipos

1.6.1 Hipótesis General

La implementación de Lean Maintenance mejorará la productividad de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019.

1.6.2 Hipótesis Específicos

La implementación de Lean Maintenance mejorará la eficiencia de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019

La implementación de Lean Maintenance mejorará la eficacia de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019.

1.7 Objetivos de la Investigación

1.7.1 Objetivo General

Determinar de qué manera la implementación de Lean Maintenance mejora la productividad de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019.

1.7.2 Objetivos Específicos

Determinar de qué manera la implementación de Lean Maintenance mejora la eficiencia de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., s. J. L., 2019.

Determinar de qué manera la implementación de Lean Maintenance mejora la eficacia de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación: Experimental - Cuasiexperimental

Esquema

G: $O_1 - X - O_2$

Donde:

G: Grupo de experimento

O_1 : Pre test

X: Tratamiento – Lean Maintenance

O_2 : Post test

2.1.1 Finalidad de la investigación

El presente trabajo de investigación es del tipo aplicado que se sugiere cambiar el sabiduría puro en sabiduría útil, dicho de otro modo, aplicar el conocimiento de la herramienta Lean Maintenance con el propósito de incrementar la productividad en la empresa Filasur S. A. A respecto (VALDERRAMA 2013, p. 39), quien sostiene que “es también conocido como práctica, empírica, activa o dinámica, y se encuentra inherente a la investigación básica, ya que depende de sus hallazgos y aportes teóricos para generar beneficio y bienestar a la humanidad. Se apoya en la investigación teórica; su finalidad específica es aplicar las teorías existentes a la producción de normas y procesos tecnológicos, para controlar situaciones o procesos de la realidad”.

2.1.2 Enfoque de la investigación

El enfoque es cuantitativo. Porque su razón de que su análisis se fundamenta en aspectos observables y susceptibles de medición, para ello usa pruebas estadísticas.

2.1.3 Nivel de investigación

La presente investigación es de nivel Explicativo - Descriptivo “descriptivo cuando se consideran el fenómeno estudiado, miden los conceptos y definen las variables. [...] son explicativos cuando determinan las causas de los fenómenos, generan un sentido de entendimiento y son sumamente estructurados” (HERNANDEZ 2014, p. 89)

2.1.4 Diseño de investigación

El presente trabajo de investigación es experimental - cuasiexperimental pues el que mejor se adapta para el caso de nuestro estudio.

“Los diseños cuasiexperimentos también manipulan deliberadamente, al menos una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes”(HERNANDEZ 2014, p. 151).

2.1.5 Variable independiente: Lean Maintenance

Definición conceptual:

Para (Blanco y Dederichs 2018, p. 1), Lean maintenance se define como sigue:

[...] En nuestra opinión, el mantenimiento puede ser una fuente de rentabilidad al garantizar una alta disponibilidad. Como se mencionó anteriormente, las empresas con una función de mantenimiento eficiente y eficaz tienen una clara ventaja competitiva. Una función de mantenimiento Lean asegura que todos los recursos se dediquen a actividades de valor agregado, eliminando el proceso de "desperdicio" y pudiendo hacer más con los recursos actuales. Para lograr un mantenimiento Lean, deben existir varios elementos: las interfaces entre producción y mantenimiento a lo largo de todo el proceso de mantenimiento deben ser fluidas, y los trabajos de mantenimiento deben seleccionarse, priorizarse, planificarse, programarse y realizarse correctamente. Todos los involucrados en el proceso deben saber cómo puede contribuir a este objetivo.

Dimensión 1: “MTBF (Mean Time Between Failures) de una maquina es el tiempo medio de buen funcionamiento entre paradas no planificadas” (Madariaga 2018, p. 56).

Dimensión 2: “MTTR (Mean Time To Repair) de una maquina es el tiempo medio que se emplea en reparar las paradas no planificadas” (Madariaga 2018, p. 56).

Variable dependiente: Productividad

Definición conceptual:

Para (Gutierrez ,2017, p. 20), sostiene que:

[...] La productividad está relacionada con los resultados que se logran en un sistema o proceso, esto significa que aumentar la productividad es obtener mejores resultados tomando en cuenta los recursos empleados para conseguirlos. Dicho de otro modo, la productividad se mide por la fracción formado por los resultados obtenidos y los recursos utilizados. Estos resultados pueden medirse ya sea en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los

resultados empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquinas, etc. En otras palabras, la medición de la productividad resulta de valorar adecuadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados.

Dimensión 1: Eficiencia “simplemente es el cociente entre el resultado alcanzado y los recursos empleados [...] Así, buscar eficiencia es tratar de reducir el uso de los recursos y tratar que no exista residuos de recursos” (Gutierrez 2017, p. 20).

Dimensión 2: Eficacia “es el grado en que se hacen las actividades trazadas y se alcanzan los resultados planeados; dicho de otro modo, la eficacia se puede observar como la capacidad de obtener el efecto que se desea o se espera [...] la eficacia implica usar los recursos para el conseguir los objetivos planeados” (Gutierrez 2017, p. 20).

Tabla 9. *Matriz de operacionalización de la variable independiente*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
Lean Maintenance	(Blanco y Dederichs 2018), define como “mantenimiento esbelto a aquello que asegura todos los recursos se dediquen a actividades de valor agregado, eliminando el proceso de "desperdicio" y pudiendo hacer más con los recursos actuales” (p.1).	Lean maintenance tiene como objetivo mejorar el tiempo de actividad (disponibilidad) de los equipos. Los indicadores de Tiempo Medio entre Fallas y Tiempo medio para Reparar buscan maximizar el tiempo de funcionamiento y reducir el tiempo de reparación de los equipos respectivamente para aumentar la productividad.	UPTIME (tiempo de actividad)	$MTBF = \frac{\sum TBF}{N^{\circ} TP}$ <p>MTBF = Tiempo Medio Entre Fallas (horas)</p> <p>TBF = Tiempo de Buen Funcionamiento (horas)</p> <p>TP = Total de Paros</p>	RAZON
				$MTTR = \frac{\sum TER}{N^{\circ} TP}$ <p>MTTR = Tiempo Medio Para Reparar (horas)</p> <p>TER = Tiempo Empleado para Reparar (horas)</p> <p>N° TP = Número Total de Paros</p>	RAZON

Fuente: elaboración propia 2019

Tabla 10. *Matriz de operacionalización de la variable dependiente*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
Productividad	(Gutierrez 2017), define “la productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos” (p. 20).	La productividad se sustenta en dos dimensiones de observación que son: la eficiencia y la eficacia. La eficiencia tiene por indicador el tiempo útil de kilos de hilo producidos entre tiempo total de kilos de hilo producido y la eficacia tiene por indicador kilos de hilo producido entre tiempo útil de kilos de hilo producido.	EFICIENCIA	$E = \frac{TUHP}{TTPH} \times 100\%$ <p>E = Eficiencia TUHP = Tiempo Útil de Producción de Hilo (Kg) TTPH = Tiempo Total de Producción de Hilo (Kg)</p>	RAZON
			EFICACIA	$Ei = \frac{PL}{PP} \times 100\%$ <p>PL = Producción Lograda (Kg) PP = Producción Programada (Kg)</p>	RAZON

Fuente: elaboración propia 2019

2.2 Población y muestra

2.2.1 Población

“Es el conjunto finito o infinito de elementos, seres u objetos, que tienen características o atributos similares, aptos a ser observables. Por lo tanto, podemos referirnos a un universo de familias, empresas, instituciones” (VALDERRAMA 2013, p. 182)

Para la presente investigación, la población está conformada por la producción de kilos de hilo de una máquina continua de hilar de la planta 2, por ser la más representativa en términos de avería o fallas presentados.

2.2.2 Muestra

“es un subconjunto es un subconjunto representativo de un universo o población. Es representativo, porque refleja fielmente las características de la población cuando se aplica la técnica adecuada de muestreo de la cual procede” (VALDERRAMA 2013, p. 184).

La muestra será similar a la población; esto es los kilos de hilos producidos en un periodo de 30 días en una máquina continua de hilar de la planta 2.

2.2.3 Selección de la unidad de análisis

El presente trabajo de investigación se realizará en el área de máquinas continuas de hilar, línea de producción de hilo crudo y está ubicada en planta 2.

En esta área se trabaja las 24 horas del día divididos en 3 turnos, cada una de 8 horas y los 30 días del mes.

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.3.1 Técnicas

(HERNANDEZ 2014, p. 198), sostiene “Una vez que seleccionamos el diseño de investigación apropiado y la muestra adecuada de acuerdo con nuestro problema de estudio e hipótesis [...] sobre los atributos, conceptos o variables de las unidades de muestreo/ análisis o casos” (VALDERRAMA 2013, p. 198).

Las técnicas que se utilizaron fueron de observación directa y el análisis documental.

2.3.2 Instrumentos

“los instrumentos son los medios materiales que emplea el investigador para recoger y almacenar la información. [...] Por lo tanto, se deben seleccionar coherentemente los instrumentos que se utilizaran en la variable independiente y en la dependiente” (VALDERRAMA 2013, p. 195).

En la presente investigación se utilizaron como instrumento registros de producción, formatos de paradas de máquinas por fallas correctivas, manuales e instructivos y las fichas de observación. Ver anexo.

Instrumentos de la variable independiente

Formato para registrar paros por fallas correctivas

El formato control es para recolectar datos de paros por fallas correctivas, está pegada en la porta formato en cada máquina continua de hilar, en ella se registra cada evento de paros de mantenimiento correctivo no programado y programado.

La ficha es llenada de la siguiente manera:

- Para una maquina continua de hilar por falla correctiva.
- El operario debe llenar el formato en el área que le corresponde; debe anotar la fecha, su nombre, hora de inicio de paro y hora de arranque (hora de arranque se registra una vez que el técnico de mantenimiento haya culminado su intervención y supervisor autorice el arranque).
- El técnico de mantenimiento debe llenar el formato en el área que le corresponde; debe anotar su nombre, hora de llegada inicio, fecha de entrega, hora de entrega final y la observación (en la observación se debe llenar la causa inmediata de la falla, posible causa raíz y como solucionó). Ver anexo.

Formato para registrar tiempos de paro de maquina y tiempo de intervención del técnico por fallas correctivas

En este formato sirve para llenar los datos recopilados del formato registro de paros por fallas correctivas, luego estos datos nos permiten calcular los indicadores de la variable independiente que son: Tiempo Medio entre Fallas (MTBF) y Tiempo Medio para Reparar (MTTR). Ver anexo.

Instrumentos de la variable dependiente

Formato para registrar datos de producción

Este formato sirve para recogida de datos de producción de las máquinas continua de hilar para luego traspasar a hoja de Excel, dichos datos nos permitirán calcular la producción obtenida, luego sacar la producción real.

Formato para calcular los indicadores de productividad

Este formato sirve para calcular los indicadores de la variable dependiente. La eficiencia y la eficacia, los cuales nos indicaran que tan eficiente se está en la utilización de los recursos y en el cumplimiento de las metas.

2.3.3 Validez

“el análisis de la validez del contenido se lleva acabo con los datos obtenidos en las tablas de evaluación de los juicios de expertos. Asimismo, a través del Spss y mediante la prueba binomial, correrlo a través del software” (VALDERRAMA 2013, p. 206).

La validación se realiza a través de juicio de expertos que estará conformado por tres docentes de la carrera de ingeniería Industrial pertenecientes a la escuela de ingeniería industrial de la universidad Cesar Vallejo, quienes dan fe de que estos instrumentos a utilizarse donde confiables por tanto aceptables.

Tabla 11. *Cuadro de juicio de expertos*

ESPECIALISTAS	NOMBRE Y APELLIDOS	DOCUMENTO DE IDENTIDAD	HONORES	INDICADORES			AFIRMACIÓN DE APLICABILIDAD
				SI/NO	SI/NO	SI/NO	APLICABLE
ESPECIALISTA 1	Mg Delgado Montes Mary Laura	42917804	Ing. Industrial	SI	SI	SI	X
ESPECIALISTA 2	Mg Vilela Romero Luis	25607329	Ing. Industrial	SI	SI	SI	X
ESPECIALISTA 3	Mg Dávila Laguna Ronald	22423025	Ing. Industrial	SI	SI	SI	X

Fuente: elaboración propia, 2019.

2.4 Confiabilidad

“un instrumento es confiable o fiable si produce resultados fiables consistentes cuando se aplica en diferentes ocasiones estabilidad o reproductibilidad (replica) o por dos o más observadores diferentes (confiabilidad Inter observador). [...]” (VALDERRAMA 2013, p. 215).

La confiabilidad de los datos y resultados recabados fueron verificados por el Ing. Jefe del área de mantenimiento y el Ing. Gerente de producción.

2.5 Métodos de análisis de datos

“luego de haber obtenido los datos, el siguiente paso es realizar el análisis de los mismos para dar respuesta a la pregunta inicial y, si corresponde, poder aceptar o rechazar las hipótesis en estudio” (VALDERRAMA 2013, p. 229).

En el presente trabajo de investigación se utilizarán el software de SPSS, y sistema Office Excel 2016 de Microsoft.

Breve reseña

La compañía empezó sus operaciones en 1994 con una planta para elaborar Hilados de algodón y mezclas de materiales de diferentes tipos para luego dar paso a la línea de mezclas de Heathers y Melange.

En los primeros meses del año 1999 la compañía apuesta por la instalación de la más moderna planta de hilandería con máquinas de las firmas Rieter de Suiza y Murata de Japón y con equipos de control de calidad de la firma Uster también de Suiza.

Actualmente tiene una capacidad de producción de hilados de fibras de algodón alrededor de cinco millones de kilos anuales. Cuenta con profesionales muy competentes en el rubro en todas sus áreas, el cual permite producir productos de alta calidad para el medio local e internacional.

Misión:

“Ofrecer productos de alta calidad, buscando constantemente conocer el negocio y las necesidades de nuestros clientes. Nuestra presencia en el mercado peruano se destaca a partir de una sólida participación en el abastecimiento a los principales productores de prendas de vestir para la exportación”.

Visión:

“Ser una empresa líder en la prestación de servicios textiles en los diversos sectores productivos dentro del ámbito nacional, reconocidos por su eficiencia en el planeamiento dirección y ejecución”.

Rubro

La empresa Filasur pertenece al rubro textil, elaboramos materia prima para empresa de confección de prendas de vestir para el mercado local e internacional.

Principales productos:

Nuestra materia prima son el algodón Pima, Tanguis, Supima, Upland, modal y orgánico, entre lo que ofrecemos esta:

- Tanguis cardado o peinado, (100%) algodón.
- Pima peinado (100%).
- Algodón orgánico (100%).
- Americano cardado o peinado (100%).
- Mezclas con heathers, melange y otras fibras de polyester.

Principales clientes:

Vamos a citar algunas empresas clientes muy importantes.

- Industria Nettelco
- Perú Fashion
- Topy top
- Camones
- Devanlay Perú

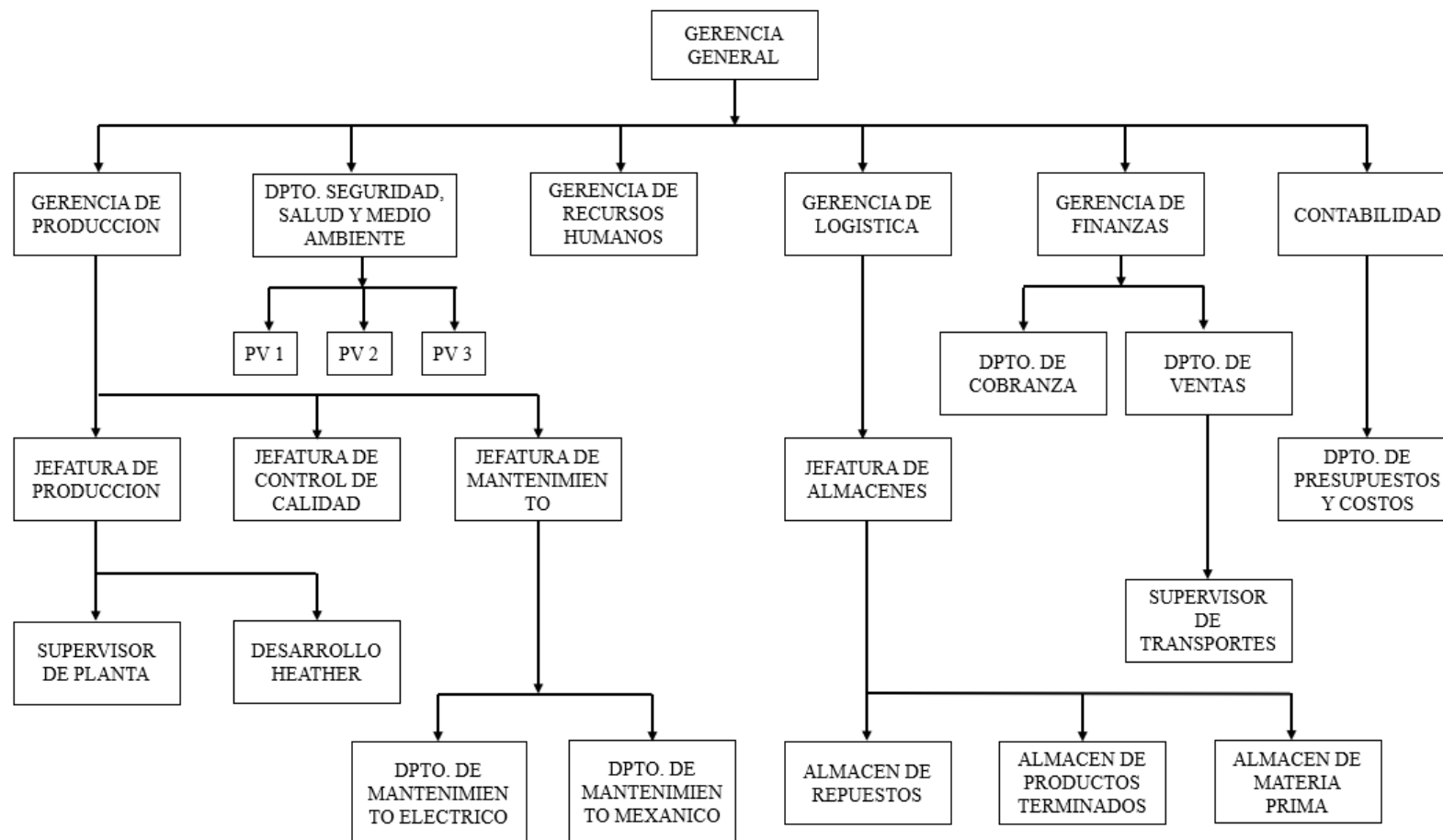


Figura 14. Organigrama de la empresa Filasur S. A.

Fuente: Filasur.

2.7.2 Situación actual

La línea de proceso de hilandería de planta 2 desde ya hace un tiempo atrás viene adoleciendo de paros seguidos por fallas en el sistema eléctrico electrónico y mecánico, las cuales nos traen consecuencias como desperdicio de tiempo en la dedicación de horas hombre de más, atrasos en entrega de productos terminados al cliente en algunas ocasiones, incremento de costos por reparaciones externas, Si bien es cierto que el personal de mantenimiento realiza sus trabajos preventivos y sus inspecciones, pero no es suficiente. Es recurrente las fallas correctivas no programadas que interrumpe el proceso productivo. El indicador Tiempo Medio entre Fallas (MTBF) sus intervalos de ocurrir una falla son muy cortas, los intervalos deberían ser lo más alargado, en otras palabras, una falla debe ocurrir en un tiempo muy prolongado con respecto a otra. No obstante, el indicador de Tiempo Medio para Reparar (MTTR) el tiempo promedio para reparar una avería o falla es está muy largo, cuando este debería ser lo más corto posible, en otras palabras, cuando ocurre una falla su reparación debe tomar el menor tiempo posible.

En la figura 15 se puede ver en detalle.

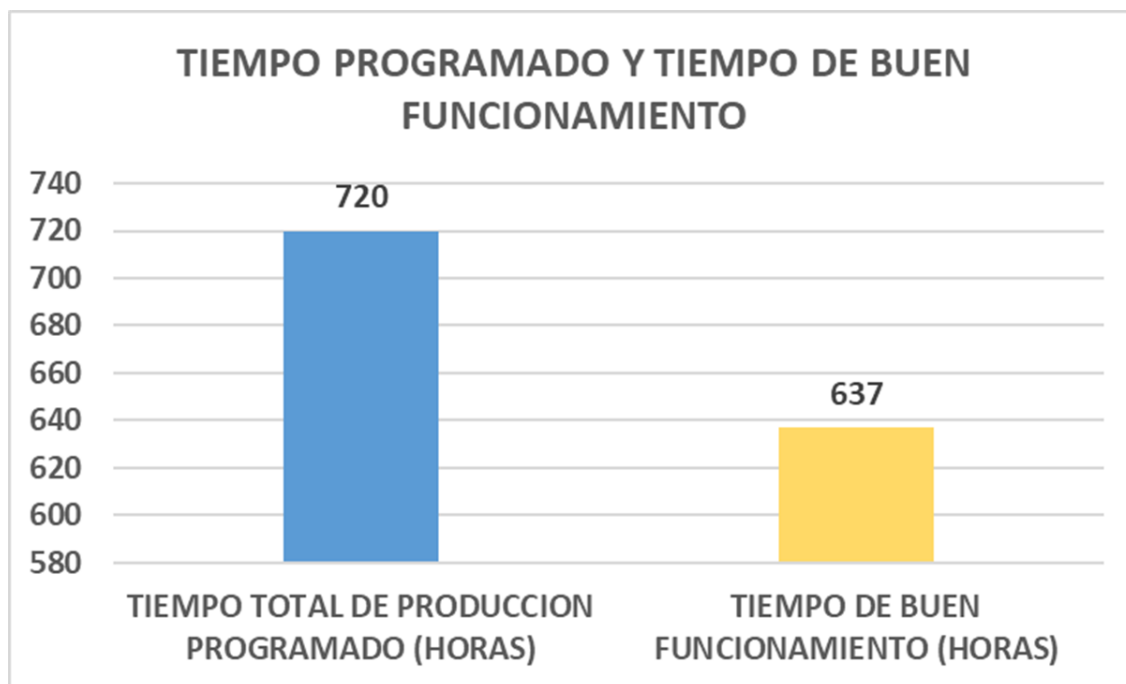


Figura 15. Tiempo total de producción y tiempo de buen funcionamiento (30 días)

Fuente: elaboración propia, 2019

Tabla 12. *Formato para evaluar la variable independiente pre test*

MES DE MARZO (DIAS)	TIEMPO TOTAL DE PRODUCCION PROGRAMADO (HORAS)	TIEMPO DE REPARACION DE FALLAS CORRECTIVAS (HORAS)	TIEMPO DE BUEN FUNCIONAMIENTO (HORAS)	TOTAL, DE PAROS	MTBF (HORAS)	MTTR (HORAS)	UPTIME
1	24	2	22	2	11	1.0	92%
2	24	3	21	3	7	1.0	88%
3	24	2	22	2	11	1.0	92%
4	24	3	21	2	11	1.5	88%
5	24	1	23	3	8	0.3	96%
6	24	5	19	5	4	1.0	79%
7	24	2	22	4	6	0.5	92%
8	24	2	22	6	4	0.3	92%
9	24	2	22	4	6	0.5	92%
10	24	3	21	2	11	1.5	88%
11	24	3	21	1	21	3.0	88%
12	24	4	20	4	5	1.0	83%
13	24	1	23	3	8	0.3	96%
14	24	4	20	2	10	2.0	83%
15	24	1	23	2	12	0.5	96%
16	24	3	21	1	21	3.0	88%
17	24	2	22	3	7	0.7	92%
18	24	4	20	2	10	2.0	83%
19	24	3	21	1	21	3.0	88%
20	24	2	22	5	4	0.4	92%
21	24	4	20	6	3	0.7	83%
22	24	3	21	4	5	0.8	88%
23	24	4	20	3	7	1.3	83%
24	24	3	21	4	5	0.8	88%
25	24	4	20	2	10	2.0	83%
26	24	2	22	3	7	0.7	92%
27	24	2	22	1	22	2.0	92%
28	24	3	21	2	11	1.5	88%
29	24	3	21	2	11	1.5	88%
30	24	3	21	2	11	1.5	88%
TOTAL	720	83	637	86	10	1.2	88%

Fuente: Elaboración propia, 2019

La tabla 13 nos muestra la situación actual indica la realidad de la dimensión de la variable independiente, donde el Tiempo Medio entre Fallas (MTBF) de 10, esto indica que el promedio de una falla es cada 10 horas y el Tiempo medio para Reparar (MTTR) es de 1.2 horas, esto indica que el tiempo promedio para reparar cada falla es de 1.2 horas y el UPTIME (tiempo de actividad) alcanza un valor promedio de 88%.

En cuanto se refiere a la situación actual de las dimensiones de la variable dependiente, los índices de la variable independiente tuvieron un efecto negativo en la productividad en el periodo evaluado (marzo, 2019), como podemos observar en la tabla 11 donde la producción programada no se logró, solo se alcanzó el 81% del total programado.

Tabla 13. *Cuadro de producción programada y producción real mes de marzo, 2019*

PRODUCCION PROGRAMADA (Kg)	PRODUCCION LOGRADA (Kg)
16,560	14,014
100%	85%

Fuente: elaboración propia, 2019

También la tabla 14 nos muestra que la producción para el mes de marzo de 2019 tuvo una programación de 16,560 kilos de hilo, sin embargo, solo se logró una producción de 14,014 kilos de hilo, el cual representa el 85% del total de 100%.

Naturalmente los indicadores de productividad, tanto la eficiencia y la eficacia muestran valores no esperados.

Tabla 14. *Ficha de evaluación de la variable dependiente pre test*

MES DE MARZO (DIAS)	TIEMPO TOTAL DE PRODUCCION DE HILO (HORAS)	TIEMPO UTIL DE PRODUCCION DE HILO (HORAS)	EFICIENCIA (%)	PRODUCCION PROGRAMADA (Kg)	PRODUCCION LOGRADA (Kg)	EFICACIA (%)	PRODUCTIVIDAD
1	24	22	92%	552	484	88%	80%
2	24	21	88%	552	462	84%	73%
3	24	22	92%	552	484	88%	80%
4	24	21	88%	552	462	84%	73%
5	24	23	96%	552	506	92%	88%
6	24	19	79%	552	418	76%	60%
7	24	22	92%	552	484	88%	80%
8	24	22	92%	552	484	88%	80%
9	24	22	92%	552	484	88%	80%
10	24	21	88%	552	462	84%	73%
11	24	21	88%	552	462	84%	73%
12	24	20	83%	552	440	80%	66%
13	24	23	96%	552	506	92%	88%
14	24	20	83%	552	440	80%	66%
15	24	23	96%	552	506	92%	88%
16	24	21	88%	552	462	84%	73%
17	24	22	92%	552	484	88%	80%
18	24	20	83%	552	440	80%	66%
19	24	21	88%	552	462	84%	73%
20	24	22	92%	552	484	88%	80%
21	24	20	83%	552	440	80%	66%
22	24	21	88%	552	462	84%	73%
23	24	20	83%	552	440	80%	66%
24	24	21	88%	552	462	84%	73%
25	24	20	83%	552	440	80%	66%
26	24	22	92%	552	484	88%	80%
27	24	22	92%	552	484	88%	80%
28	24	21	88%	552	462	84%	73%
29	24	21	88%	552	462	84%	73%
30	24	21	88%	552	462	84%	73%
TOTAL	720	637	88%	16560	14014	85%	75%

Fuente: Elaboración, 2019

La tabla 15 muestra el resultado de la variable dependiente (productividad) antes de la implementación de Lean Maintenance evaluados durante 30 días (pre test).

Tabla 15. Promedio de la evaluación de la variable independiente pre test

	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
PROMEDIO	88%	85%	75%

Fuente: Elaboración propia, 2019

La tabla 15 indica los valores promedios de la productividad y de sus indicadores eficiencia y eficacia en términos de porcentaje.

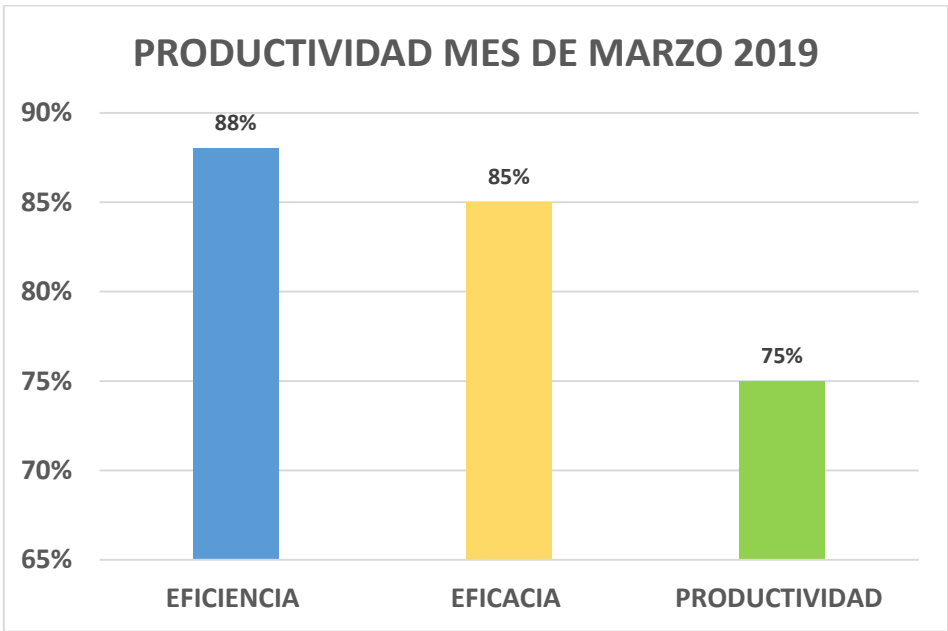


Figura 16. Promedios de eficiencia, eficacia y productividad del mes de marzo, 2019.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

2.7.3 Propuesta de mejora

Para lograr mejores resultados en el área de mantenimiento planteamos seis propuestas con la finalidad de mejorar el desempeño, orden, tiempo de respuesta, responsabilidad y compromiso de tal modo que el cliente interno (área de producción) quede satisfecho. En la tabla 16 enumeramos nuestras propuestas.

Tabla 16. *Actividades a desarrollar para la mejora*

FASES	ACTIVIDADES
1	Capacitación del personal de mantenimiento
2	Clasificación de los repuestos servibles – 5'S
3	Sustitución de equipos o componentes obsoletos de maquinas continuas de hilar
4	Definición de plan de inspección rutinario para las máquinas continuas de hilar
5	Realizar análisis causa raíz a fallas más resaltantes
6	Elaboración de un plan de requerimiento de repuestos de importación

Fuente: elaboración propia, 2019

De la tabla 16 se detalla los propósitos a lograr.

- Especialización del personal de mantenimiento: Capacitar, entrenar al personal es muy importante, la compañía no lo tiene que ver como un gasto, más al contrario como una inversión que luego dará resultados.
- Clasificación de los repuestos servibles: Para reducir los tiempos de intervención en una máquina que esta parada por avería, es importante que los repuestos, herramientas y otros accesorios estén ordenados, identificados y de fácil acceso (filosofía 5s “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”). Se aplicará las 5s.
- Definición de plan de inspecciones rutinarios para máquinas continuas de hilar: Las inspecciones ayudan a detectar las averías con anticipación, la finalidad es hacer un monitoreo de condición con una frecuencia más corta que el mantenimiento preventivo para luego programar una intervención en una maquina si fuera el caso. Se realizará un plan de inspección.
- Sustitución de equipos o dispositivos obsoletos de máquinas continuas de hilar: Una de las causas de paro de máquinas por avería justamente son por los equipos o dispositivos que ya están al borde de su tiempo de vida útil, motivo por el cual requiere sustitución y de esa manera incrementar el UPTIME de la máquina. Sea realizará una lista de repuestos críticos.

- Realizar los análisis causa raíz (ACR) a todas las fallas que tienen un tiempo mayor a 3 horas acumulados durante la semana de cualquier máquina de la línea de producción, de esta manera encontrar la raíz del problema y eliminar mediante planes de acción.
- Elaboración de un plan de requerimiento de repuestos de importación de acuerdo a la importancia y el impacto que pueda ocasionar la falta de un repuesto que solo lo provee el fabricante de la máquina.

Tabla 17. *Diagrama de Gantt para la implementación de Lean maintenance*

ACTIVIDADES	MESES 2019									
	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
Diagnóstico del problema										
Búsqueda de documentación y teorías										
Selección de artículos										
selección de bibliografías										
determinación del título del proyecto										
Redacción del proyecto de investigación										
Elaboración de la matriz de operacionalización										
Elaboración de instrumentos de medición										
validación de instrumentos por expertos										
Sustentación de proyecto de investigación por jurados calificadores por parte de la universidad										
Implementación de la propuesta de mejora										
Evaluación y recojo de datos para el post test										
Sustentación preliminar de DPI										
Análisis estadístico de datos										
Redacciones finales (conclusión, discusión y recomendación)										
Revisión final de la tesis										
Sustentación de la tesis (DPI)										

Fuente: elaboración propia, 2019

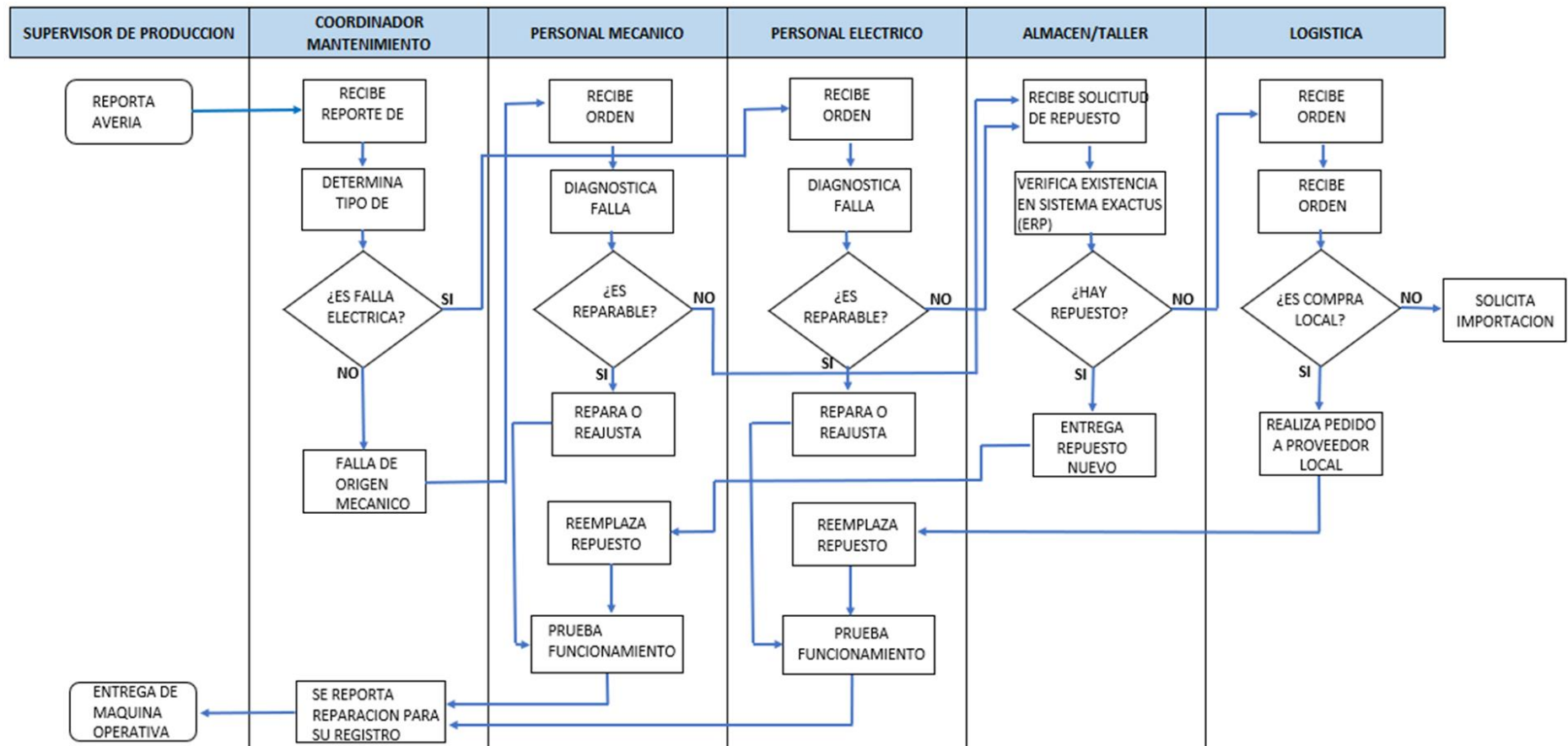


Figura 17. Diagrama de flujo de proceso de intervención de mantenimiento en Filasur S. A.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

El diagrama de flujo mostrado en la figura 17, ilustra como es el proceso de mantenimiento en la empresa Filasur S. A.

La solicitud lo genera el supervisor de producción, apenas una maquina presente alguna avería o falla, la cual es recibido por el coordinador de mantenimiento, este determina si es una falla eléctrica o mecánica y deriva a los técnicos correspondientes, ellos acuden a la maquina verifican o diagnostican si la maquina requiere una reparación sencilla, como un reajuste o debe solicitar un repuesto a almacén de repuesto, de ser así el encargado de almacén debe suministrar un repuesto nuevo, previo verifica si hay un saldo caso contrario solicitara una compra local o importación del repuesto, dependiendo del tipo de repuesto. Si hay repuesto, esto es entregado al técnico quien lo instalará, probará funcionamiento, reportará al coordinador de la solución de la falla para su registro y finalmente se comunicará al supervisor de planta de que la maquina ya está operativa y se entrega.

2.7.4 Implementación de la mejora

Para el desarrollo de la implementación de la mejora (Lean Maintenance) se realizará en 6 pasos o etapas.

Etapas 1: Capacitación del personal técnico

El día 5 de agosto se capacito al personal involucrado con la presencia del Ing. Adolfo Macha, asesor de la corporación,



Figura 18. Personal después de capacitación.

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 18. *Relación personal que recibió capacitación*

APellidos y Nombres
Quintana Vázquez Guillermo
Palomino Huancacure Juan Antonio
Isaias Chullo Usca
Pardo Llanos Walter
Tovar Casani Edy
Ing. Macha Adolfo

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Fase 2: Inicio de aplicación de 5's

Para aplicar la herramienta 5's se ha elegido un área muy relevante para el departamento de mantenimiento eléctrico, en este caso es el taller de mantenimiento eléctrico, donde aplicaremos todos los pasos de la herramienta 5's. Para la realización de esta fase se creó un comité, donde existe un líder y un equipo de colaboradores, según nos muestra la tabla 19.

Tabla 19. *Integrantes del comité de 5's*

COMITÉ DE "5'S"		
Nº	INTEGRANTES	FUNCION
1	CHULLO USCA ISAIAS	LIDER
2	RUESTA SURICHAQUI MANUEL	CO LIDER
3	MASIAS CORNEJO HENRY	COLABORADOR
4	SILVA VASQUEZ ALBERTO	COLABORADOR
5	BENITES CHEPEN MIGUEL	COLABORADOR
6	NOLASCO CAYETANO FRANCISCO	COLABORADOR
7	TELLO ROJAS TITO	COLABORADOR

Fuente: Elaboración propio, 2019

De la tabla 19, una vez creado el comité de 5's se realiza una evaluación para conocer en qué nivel nos encontramos antes de implementar lean maintenance.

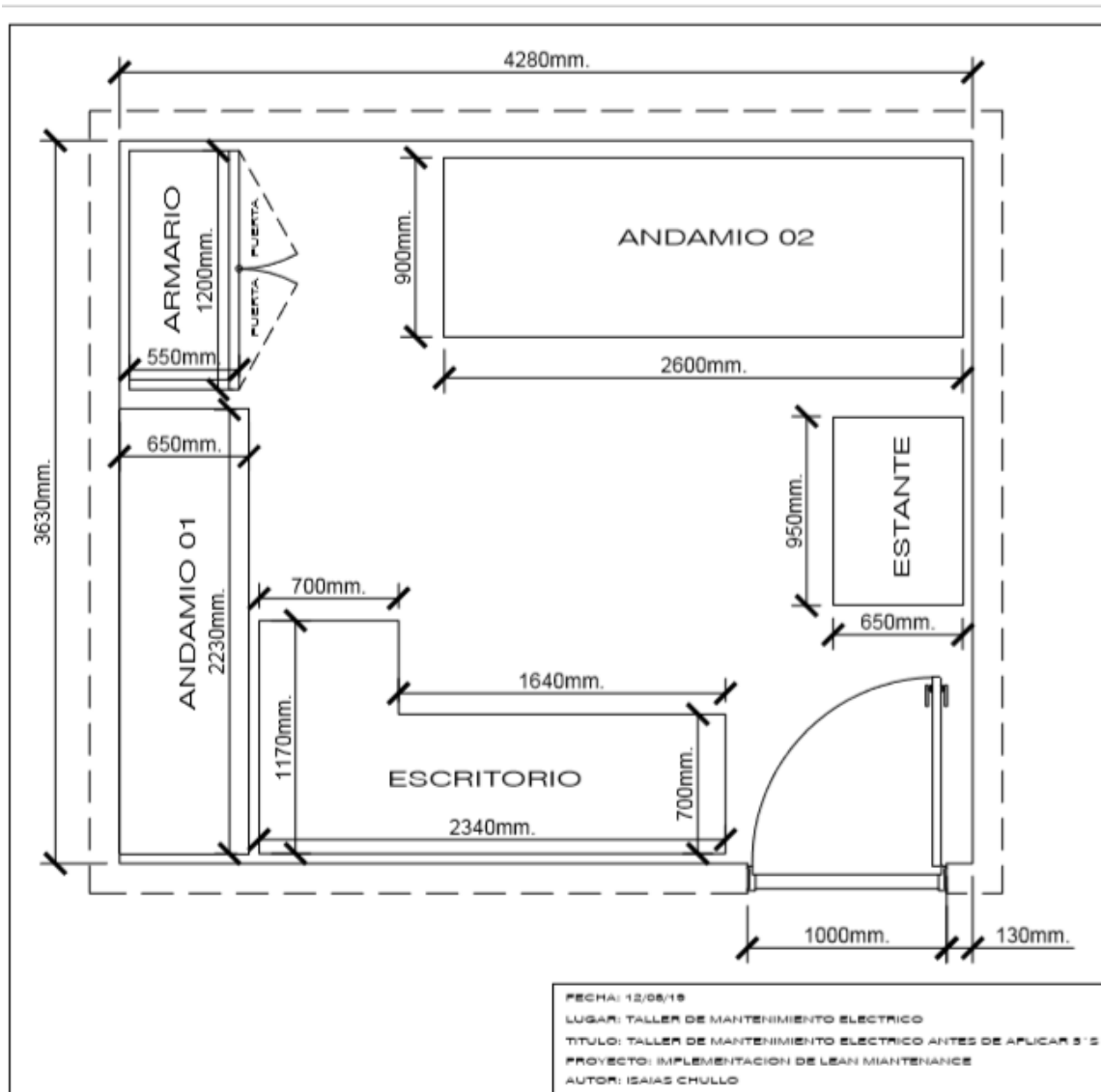


Figura 19. Layout de taller electrónico antes de aplicar las 5'S

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La figura 19 nos muestra el layout de cómo estaba la ubicación de andamios, armario y estante, el espacio ocupado por cosas que no se utilizaban con frecuencia, en su mayoría repuestos malogrados generando confusión y desorden.

Tabla 20. Evaluación de las 5's antes de implementar lean maintenance

	GRUPO: LOS GUERREROS DE FILASUR	LIDER: I. CHULLO	FECHA:/..../....				
			VALORES ASIGNADOS				
1=MUY MALO, 2=REGULAR, 3=NORMAL, 4=BUENO, 5=MUY BUENO			1	2	3	4	5
ITEM A EVALUAR							
SEIRI (CLASIFICAR)							
1. ¿Existen objetos innecesarios, chatarra y basura en el piso?				X			
2. ¿Existen equipos herramientas y materiales innecesarios?			X				
3. ¿En armarios y estanterías hay cosas innecesarias?			X				
4. ¿Hay objetos en áreas de circulación?				X			
PUNTAJE TOTAL			6				
SEITON (ORDENAR)							
1. ¿Cómo es la ubicación de las herram., mater., y equipos?				x			
2. ¿Los armarios, equip., herram., mater., etc. Están identificados?			x				
3. ¿Hay objetos sobre y debajo de armarios y equipos?				x			
4. ¿Existe ubicación para las herramientas, equipos y manuales?				x			
PUNTEJE TOTAL			7				
SEISO (LIMPIAR)							
1. ¿Grado de limpieza de los pisos?				x			
2. ¿El estado de paredes, techos y ventanas?			x				
3. ¿Limpieza de armarios, estanterías, herramientas y mesas?			x				
4. ¿Limpieza de máquinas y equipos?				x			
PUNTAJE TOTAL			6				
SEIKETSU (ESTANDARIZAR)							
1. ¿Se aplican las 3 primeras "s"?			x				
2. ¿Cómo es el hábitat en el taller?				x			
3. ¿Se hacen mejoras?			x				
4. ¿Se aplica el control visual?			x				
PUNTEJE TOTAL			4				
SHITSUKE (AUTODISCIPLINAR)							
1. ¿Se aplican las 4 primeras "s"?			x				
2. ¿Se cumplen las normas de empresa y del grupo?				x			
3. ¿Se usa uniforme de trabajo?					x		
4. ¿Se cumple con la programación de las acciones de "5's"?			x				
PUNTAJE TOTAL			7				
TOTAL			30				

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La tabla 20 nos muestra el resultado de la evaluación preliminar de las 5's antes de la implementación de lean maintenance, consiguiéndose una puntuación de 30 puntos.

Tabla 21. Resultados de la evaluación de 5's antes de la implementar lean maintenance

5'S	PUNTAJE OBTENIDO	PUNTAJE MAXIMO	PORCENTAJE
SEIRI (CLASIFICAR)	6	25	24%
SEITON (ORDENAR)	7	25	28%
SEISO (LIMPIAR)	6	25	24%
SEIKETSU (ESTANDARIZAR)	4	25	16%
SHITSUKI (AUTODISCIPLINAR)	7	25	28%
TOTAL	30	125	24%

Fuente: Elaboración propia, 2019

La tabla 21 demuestra el bajo nivel del uso de la herramienta de las 5's, donde la puntuación total es de 125, pero solo se obtuvo 30 y en términos de porcentaje un 24%.



Figura 20. Gráfico de la evaluación de 5's antes de implementar lean maintenance

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La figura 19 nos muestra que los puntajes logrados se acercan al centro del gráfico. Por lo tanto, podemos decir que no hay un sentido de uso de la herramienta de las 5's.

A continuación, se muestra algunas imágenes del proceso de la aplicación de 5's.



Figura 21. El taller antes de las 5's.

Fuente: Elaboración propia, 2019

Como se muestra en la figura 21, el taller eléctrico estaba muy desordenado y repleto de muchas cosas que solo ocupaban espacio.

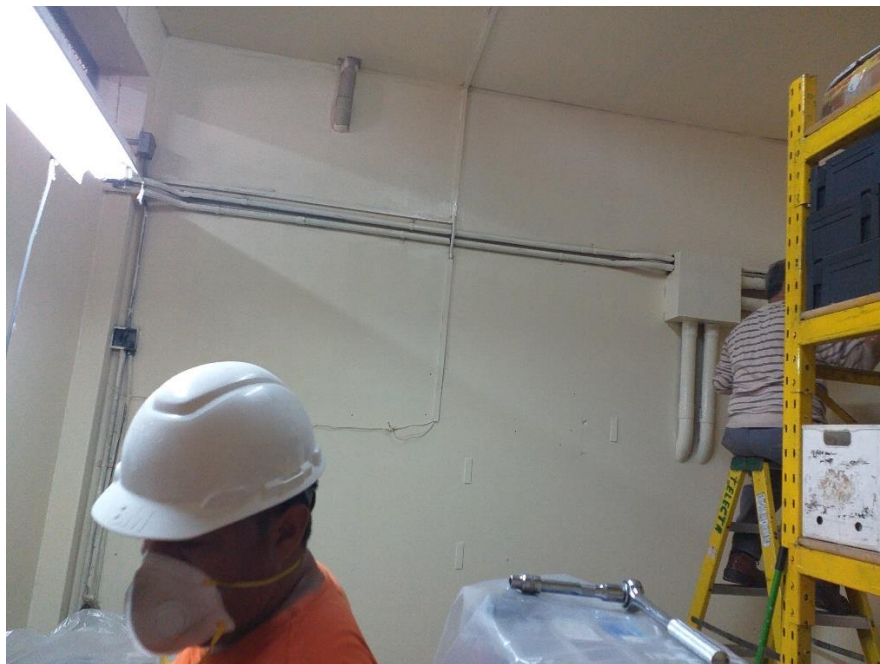


Figura 22. Pintado de taller eléctrico.

Fuente: Elaboración propia, 2019

Una vez retirado las cosas del taller se pintó el ambiente. En la figura 22 se aprecia a personal de mantenimiento pintando.



Figura 23. Repuestos eléctricos electrónicos esperando ser clasificados y ordenados

Fuente: Elaboración propia, 2019

Antes de clasificar y ordenar los repuestos se colocaron en cajas de cartón como muestra la figura 23.

Después de haber realizados la utilización de las 5's paso a paso hemos logrado mejoría en cuanto se refiere al orden, limpieza y estandarización.

Para contrastar lo afirmado vamos a la tabla siguiente:

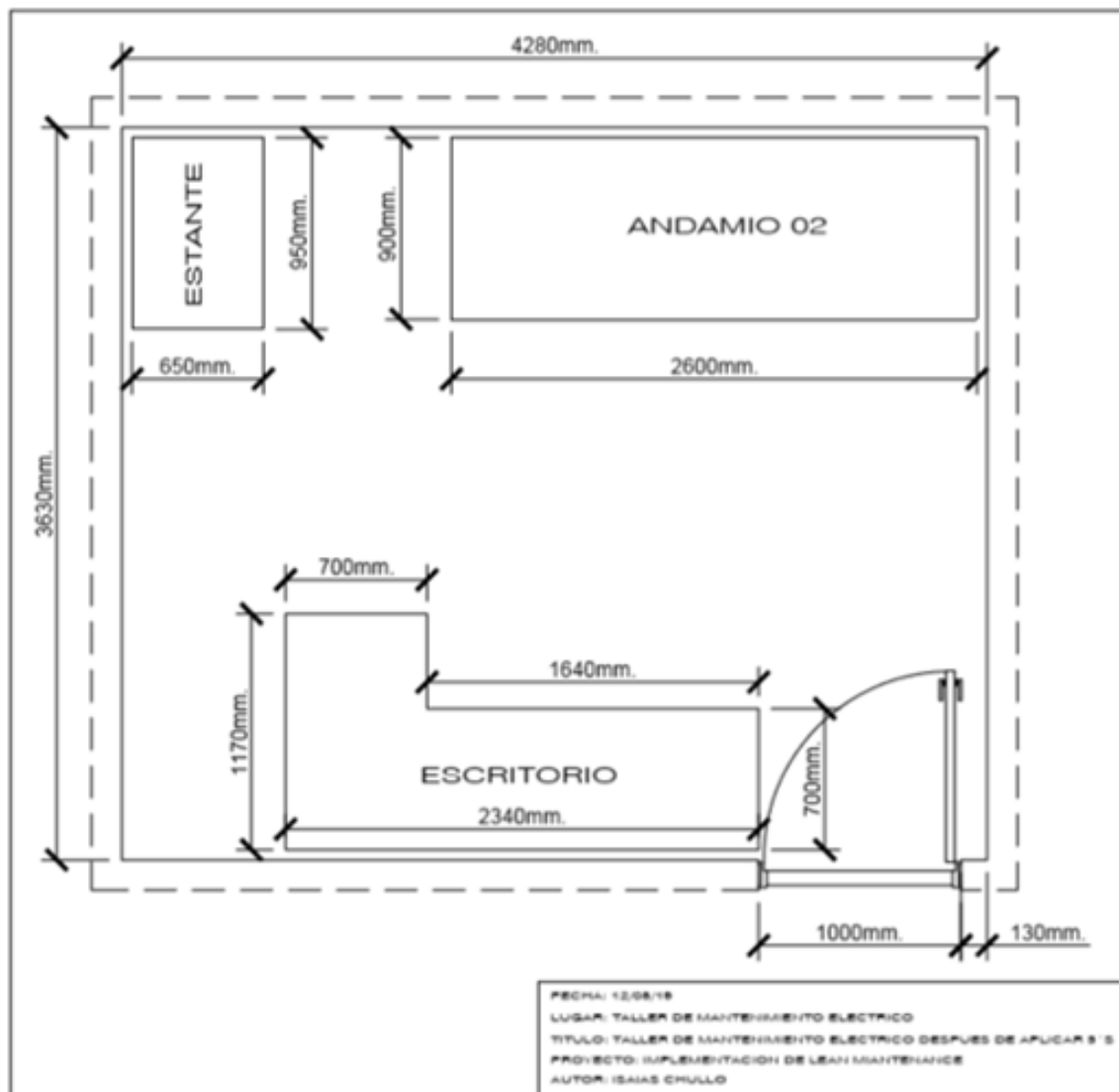


Figura 24. Layout de taller electrónico después de aplicar las 5'S

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La figura 24 nos muestra el layout del taller electrónico después de aplicar las 5'S, el taller tiene más espacio objetos más ordenados. Se eliminaron las cosas que no agregaban valor.

Tabla 22. Evaluación de las 5's después de implementar lean maintenance

	GRUPO: LOS GUERREROS DE FILASUR	LIDER: I. CHULLO	FECHA:...../...../.....				
			VALORES ASIGNADOS				
1=MUY MALO, 2=REGULAR, 3=NORMAL, 4=BUENO, 5=MUY BUENO			1	2	3	4	5
ITEM A EVALUAR							
SEIRI (CLASIFICAR)							
1. ¿Existen objetos innecesarios, chatarra y basura en el piso?						X	
2. ¿Existen equipos herramientas y materiales innecesarios?						X	
3. ¿En armarios y estanterías hay cosas innecesarias?						X	
4. ¿Hay objetos en áreas de circulación?							X
PUNTAJE TOTAL			17				
SEITON (ORDENAR)							
1. ¿Cómo es la ubicación de las herram., mater., y equipos?						X	
2. ¿Los armarios, equip., herram., mater., etc., Están identificados?						X	
3. ¿Hay objetos sobre y debajo de armarios y equipos?						X	
4. ¿Existe ubicación para las herramientas, equipos y manuales?						X	
PUNTEJE TOTAL			16				
SEISO (LIMPIAR)							
1. ¿Grado de limpieza de los pisos?							X
2. ¿El estado de paredes, techos y ventanas?						X	
3. ¿Limpieza de armarios, estanterías, herramientas y mesas?						X	
4. ¿Limpieza de máquinas y equipos?						X	
PUNTAJE TOTAL			17				
SEIKETSU (ESTANDARIZAR)							
1. ¿Se aplican las 3 primeras "s"?						X	
2. ¿Cómo es el hábitat en el taller?						X	
3. ¿Se hacen mejoras?						X	
4. ¿Se aplica el control visual?						X	
PUNTEJE TOTAL			16				
SHITSUKE (AUTODISCIPLINAR)							
1. ¿Se aplican las 4 primeras "s"?						X	
2. ¿Se cumplen las normas de empresa y del grupo?						X	
3. ¿Se usa uniforme de trabajo?							X
4. ¿Se cumple con la programación de las acciones de "5's"?						X	
PUNTAJE TOTAL			17				
TOTAL			83				

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La tabla 22 nos muestra el resultado de la evaluación de las 5's después de la implementación de lean maintenance, consiguiéndose una puntuación de 83 puntos.

Tabla 23. Resultados de la evaluación de las 5's después de implementar lean maintenance

5'S	PUNTAJE OBTENIDO	PUNTAJE MAXIMO	PORCENTAJE
SEIRI (CLASIFICAR)	17	25	68%
SEITON (ORDENAR)	16	25	64%
SEISO (LIMPIAR)	17	25	68%
SEIKETSU (ESTANDARIZAR)	16	25	64%
SHITSUKI (AUTODISCIPLINAR)	17	25	68%
TOTAL	83	125	66%

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La tabla 23 demuestra la mejora del nivel en la aplicación de la herramienta 5's, donde la puntuación total es de 125, de los cuales se logró una puntuación de 83 y en términos de porcentaje un 66%.

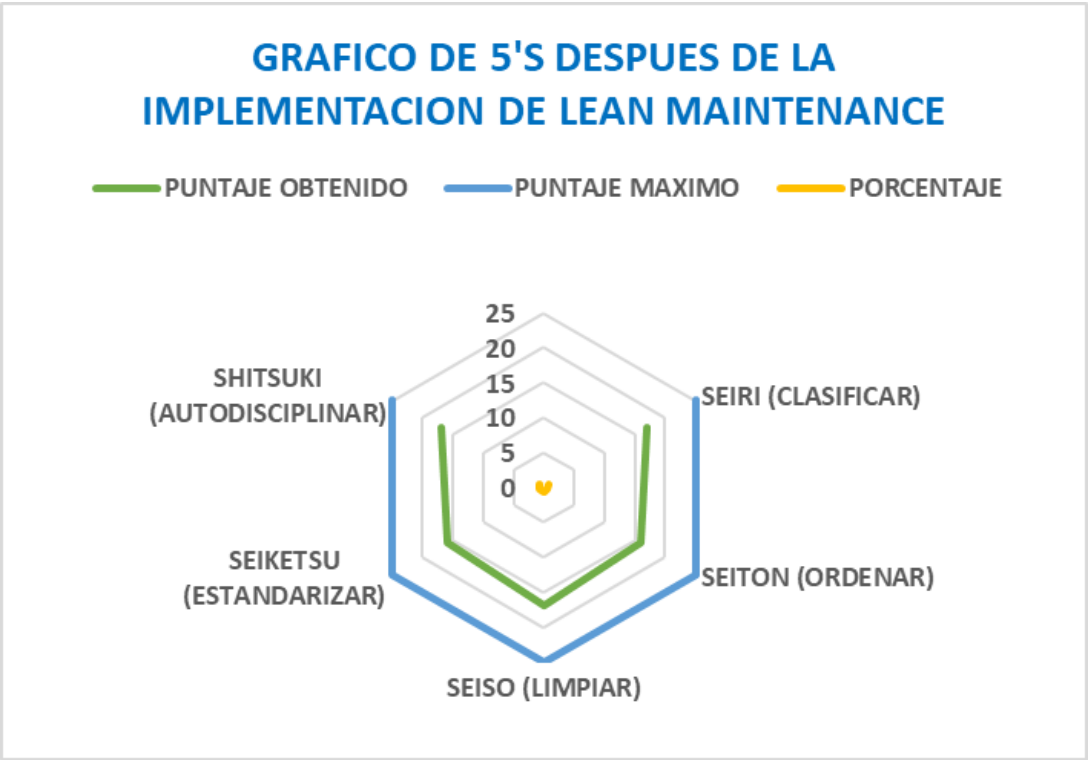


Figura 25. Gráfico de la evaluación de las 5's después de implementar lean maintenance

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La figura 25 nos muestra que los puntajes obtenidos se acercan a la periferia, quiere decir que hemos mejorado notablemente con respecto a la evaluación preliminar.



Figura 26. Andamio con repuestos ordenados.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Un andamio mejor ordenado y los repuestos etiquetados, previo se pintó. Ahora el andamio contiene menos cosas. Ver Figura 26.

Fase 3: Sustitución de componentes o equipos obsoletos

Tras evaluar el estado de los componentes o equipos eléctricos se determinó que varios requieren ser cambiados o sustituidos porque representan una fuente potencial para fallar.

Si tales componentes o equipos no se cambian pueden ocasionar averías o fallas, atrasando a la producción programada.

La máquina continua de hilar n° 21 en la planta dos, la cual se eligió para la evaluación de pre test y post test de la presente tesis, se encontró varios componentes o equipos que necesitan ser sustituidos. En la siguiente tabla se enumera.

Tabla 24. *Lista de componentes y equipos cambiados para la mejora*

ÍTEM	EXACTUS	COMPONENTES	CANTIDAD
1	RP0019568	SENSORES INDUCTIVOS M8 DE 24VDC, PNP	5
2	RP0015506	CABLES PARA SENSORES INDUCTIVOS M8	5
3	RP0018746	VENTILADORES CON FILTRO DE 255 X 255mm, 220VAC	1
4	RP0015889	VENTILADORES CON FILTRO DE 148 X 148mm, 22VAC	1
	RP0017285	VENTILADOR AXIAL EBM-PAPTS, 220VAC	1
5	RP0024086	CONDENSADOR ELECTROLITICO 15000uF, 6.3V	3
6	RP0018518	CONDENSADOR ELECTROLITICO 470uF, 10V	12
7	RP0007002	RODAMIENTO 6204 2RS1 C3	1
8	RP0006988	RODAMIENTO 6206 2RS1 C3	1

Fuente: Elaboración propia, 2019.

De ala tabla 24 concluimos que el cambio de estos componentes ha sido beneficioso. Se han reducido las averías. El cambio de los sensores da a una mejor vigilancia de velocidad de los cilindros de tren de estiraje, los ventiladores en general refrigeran mejor el ambiente de armario eléctrico, el cambio de condensadores eléctricos mejoró el funcionamiento del SCU (PLC) y de los variadores de velocidad y el cambio de rodamientos al motor bancada de anillos dio lugar al funcionamiento sin paros en pleno proceso.

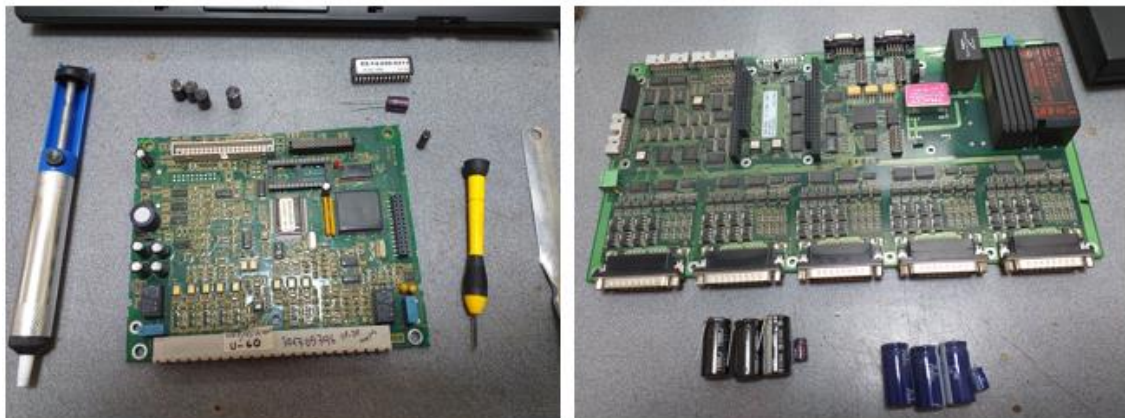


Figura 27. Reparación a tarjetas electrónicas de SCU y CPU de variador U80

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Fase 4: Definir planes de inspección para las continuas de hilar en planta 2

Hasta antes de la implementación de lean maintenance, las inspecciones no estaban bien definidas y no había una frecuencia definida. Por lo tanto, es necesario definir las tareas de inspección, la frecuencia con la que se debe efectuar y quien lo debe realizar.

Las inspecciones se separaron en cuatro tipos:

- Inspección rutinaria.
- Inspección bimensual
- Monitoreo de condición de máquinas rotativas (motores)
- Inspección de parámetros eléctricos de máquinas rotativas (motores)

Inspección rutinaria:

Las inspecciones rutinarias, en este caso en las máquinas continuas de hilar de planta 2 consta en realizar limpieza de los filtros de los ventiladores suministradores de aire frio, ventiladores extractores de aire caliente, las mismas que se instalaron con la implementación de lean maintenance para mejorar la temperatura de los equipos electrónicos con los que cuenta la máquina, además la inspección rutinaria consta con la verificación de nivel de refrigerante en el depósito de la máquina. Para tal efecto se realizó un plan y se designó a un electricista para su cumplimiento.

Tabla 25. Plan de mantenimiento rutinario para continua de hilar n° 21

LIMPIEZA E INSPECCION			
LIMPIEZA DE FILTROS			
RESPONSABLE: TITO TELLO			

FREC.: SEMANAL			
MARTES		SÁBADO	
ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	ACTIVIDAD	TIEMPO (min)

Fuente: Elaboración propia, 2019.



Figura 28. Limpieza e inspección de ventiladores enfriadores en maquina continua de hilar.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La tabla 25 muestra el plan de mantenimiento rutinario, donde se indica que la inspección se realiza dos veces por semana. El primer día se inspecciona y se limpia y el segundo día solo limpieza de filtros. El tiempo que demanda este trabajo por semana es de 75 min. (1.25h).

La figura 28 muestra la acción misma del trabajo de inspección rutinario.

Inspección bimensual:

En la inspección bimensual se realiza el check list del estado operativo del dispositivo, componente o equipo. El personal técnico encargado debe realizar este trabajo de manera minuciosa para alcanzar datos confiables hacia el planificador, de tal forma pueda programar la reparación o cambio de algún componente encontrado que no esté operando correctamente cuando a dicha maquina le toque mantenimiento preventivo.

La tabla 26 nos muestra el formato de check list para la inspección, allí se menciona quién es el técnico encargado de realizar el trabajo y con qué frecuencia lo debe realizar. Tiene que sumar a todo esto la fecha cuando lo realizo, el número de semana y muy importante el tiempo empleado en la inspección.

Tabla 26. Formato de check list para inspección de maquina continua de hilar



A. CONTINUAS P2 H. INSPECCION SP21
ELECTRICISTA: T. TELLO
FRECUENCIA: 60 DIAS

FECHA DE INSPECCION: 19/08/19

ITEM	EQUIPO	COMPONEN TE	ELEMENTO	ESTADO		EJECUCION		SEM.....del.....al.....	
				NORMAL	ANORMAL	FECHA DE EJECUCION	TIEMPO (min)	OBSERVACIONES	
1	ARMARIO ELECTRICO	ARMARIO DE POTENCIA	Contactores	X		19/08/2019	2		
2			Guardamotores	X		19/08/2019	2		
3			Fuente de alimentación U10	X		19/08/2019	1		
4			Ventiladores		X	19/08/2019	3	NO FUNCIONAN	
5			Interrup. Automáticos	X		19/08/2019	1		
6			variadores de veloc. U1, U60, U80 y U90		X	19/08/2019	4	MUY CALIENTES	
7			Borneras	X		19/08/2019	1		
8			Cableados	X		19/08/2019	1		
10		ARMARIO DE CONTROL	Módulos SCU	X		19/08/2019	2		
11			Relays	X		19/08/2019	2		
12			Contactores Auxiliares	X		19/08/2019	1		
13			C5	X		19/08/2019	1		
14			Borneras	X		19/08/2019	1		
16			Cableados	X		19/08/2019	1		
17		ARMARIO DE SERVODISC	Contactores	X		19/08/2019	2		
18			Interrup. Automáticos	X		19/08/2019	1		
19			Variador de Veloc. U150	X		19/08/2019	2		
20			Borneras		X	19/08/2019	1	RECALENTADOS	
21			Cableados	X		19/08/2019	1		
24		ARMARIO ACCIONAMIE N.		Encoder B1	X		19/08/2019	2	
25				Nivel de refrigerante		X	19/08/2019	1	MUY BAJO
26	BASTIDOR FINAL		Sensores de T. E. B60, B61, B80 y B81		X	19/08/2019	5	PUENTEADO	
27			cables de sensores T. E.		X	19/08/2019	2	RECALENTADOS	
28			Sensor de despla- zamiento B91	X		19/08/2019	1		
29	CABEZAL		Sensores de T. E. B62, B63, B82 y B83		X	19/08/2019	5	CON ACEITE	
30			cables de sensores T. E.	X		19/08/2019	2		
31			Encoder B90	X		19/08/2019	1		
32			Finales de carrera S26 y S27	X		19/08/2019	2		
33			Borneras	X		19/08/2019	1		
34			Cableados de potencia	X		19/08/2019	1		
36			Cableados de mando	X		19/08/2019	2		
				Tiempo total		55	Minutos		

Electricista

Coordinador

Jefe de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Monitoreo de condición de máquinas rotativas (motores eléctricos)

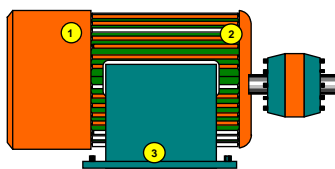
Los motores eléctricos son las máquinas rotativas que mueven las industrias, sin ellas no habría producción masiva, razón por la cual el mantenimiento de estos equipos es muy importante.

Las fallas en los motores eléctricos son las que generan mayor desperdicio de tiempo, horas hombre y dinero (costos) y, por ende, atrasos en la producción.

Para la implementación de lean maintenance consideramos que el monitoreo de condición (mantenimiento predictivo) de las máquinas rotativas son parte de las inspecciones propuestas, para la cual se ha entrenado aun técnico en el uso del instrumento de medición de vibración de los motores de las máquinas continuas de hilar en planta 2.

Se ha elaborado un plan para el monitoreo de condición de los motores eléctricos de accionamiento de husos (50 Kw de potencia) para máquinas continuas de hilar de planta dos.

Tabla 27. Formato para monitoreo de condición de motor de husos continuas de hilar



Mediciones de velocidad y envoltorio de aceleración

Class 3
G2&4 (R)

Alarma
4 gE
2.8 mm/s

Peligro
10 gE
4.5 mm/s

RODAMIENTO
VIBRACION

Motor	Maquina	Fecha	Vel. Maquina (rpm)	Env. acel. (gE) Pos. 01	Env. acel. (gE) Pos. 02	Desplaz. (mm/s) Pos. 03	C° Pos 1_2	C° Pos 3_4
M1	SP10	19/09/2019	18345	1.5	1.1	2.4	51	60
M1	SP11	19/09/2019	18450	3.4	4.4	2.2	57	57
M1	SP12	19/09/2019	18430	3.7	3.8	2.5	41	45
M1	SP13	19/09/2019	18480	3.8	3.9	4.4	37	39
M1	SP14	19/09/2019	15900	3.3	3.8	2.5	34	38
M1	SP15	19/09/2019	19110	2.4	2.9	4.1	37	46
M1	SP16	19/09/2019	18100	3.6	4.1	4.6	48	55
M1	SP17	19/09/2019	18501	3.7	3.9	4	40	44
M1	SP18	19/09/2019	18490	3.9	3.9	2.4	50	60
M1	SP19	19/09/2019	18465	3.4	3.8	1.6	45	52
M1	SP20	19/09/2019	18488	4.1	1.2	4.4	42	57
M1	SP21	19/09/2019	18475	3.9	3.9	1.3	42	42
M1	SP22	19/09/2019	18389	3.3	3.5	1.5	50	57
M1	SP23	19/09/2019	18428	2.4	2.5	4.3	53	73

Fuente: Elaboración propia, 2019.

De la tabla 27 determinamos que los valores de vibración medidos están aceptables, las que tienen mayor a 4 gE (envoltorio de aceleración) nos indica que debemos prestarle mayor atención; revisar los ajustes de anclaje, alineamiento de poleas (motor-maquina) y tensión de las fajas. En el caso puntual de maquina SP16 la vibración fue mayor a 4.5mm/s (4.6mm/s) falta reajustar los pernos de anclaje del motor.



Figura 29. Medición de vibración de motor de husos M1 de continua de hilar planta 2.

Fuente: Elaboración propia, 2019

La figura 29 nos muestra la realización de la medición de vibración de motor de accionamiento de husos de una continua de hilar en planta 2.

Inspección de parámetros eléctricos de máquinas rotativas (motores) en continuas de hilar.

En la implementación de lean maintenance, también consideramos importante el monitoreo o medición de parámetros eléctricos de los motores con las que cuenta la maquina continua de hilar, los datos medidos u obtenidos nos permitirá evaluar si los motores están trabajando dentro del rango de los parámetros eléctricos nominales permitidos. Para realizar este trabajo de inspección vamos a utilizar el software Combivis de los variadores de velocidad marca KEB las que tiene instalada las máquinas continuas de hilar.

Para realizar esta actividad se ha entrenado o capacitado a un electricista practicante de Senati, quien realizara las mediciones según las recomendaciones de seguridad y la frecuencia determinada.

Tabla 28. Formato para medición de corriente en máquinas continuas de hila planta 2



AREA CONTINUAS DE HILAR PLANTA 2

ELECTRICISTA: TITO TELLO FRECUENCIA: MENSUAL

Variadores	U1	U60	U80	U90
Cod. Motor	M1	M60 - M63	M80 - M83	M90
Accionamiento	motor husos	motor T. E. E.	motor T. E. S.	motor B. A.
Potencia (Kw)	50	3.2	3.2	1.75
Corriente Nom.	107	19.2	19.2	11.5

FECHA	MAQUINA	VARIADORES DE VELOCIDAD				TIEMPO (MIN)
		U1	U60	U80	U90	
13/09/2019	SP10	62	19	18.7	10.8	6
13/09/2019	SP11	67	18.5	18.3	10.2	6
13/09/2019	SP12	58	18.1	18.2	9.8	6
13/09/2019	SP13	64	17.8	17.4	10.3	6
13/09/2019	SP14	75	18	18.6	10.8	6
13/09/2019	SP15	54	17.3	18.7	10.5	6
13/09/2019	SP16	64	17.9	17.3	11.1	6
13/09/2019	SP17	58	18.4	18.9	10.4	6
13/09/2019	SP18	68	17.8	17.8	11.2	6
13/09/2019	SP19	72	18.6	17.8	11	6
13/09/2019	SP20	59	18.6	18.4	10.8	6
13/09/2019	SP21	70	18.3	19	10.7	6
13/09/2019	SP22	65	17.5	18.1	10.3	6
13/09/2019	SP23	63	17.9	18.2	10.5	6
					TOTAL	84

.....
Electricista responsable

.....
Coordinador

.....
Jefe de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la tabla 28 vemos los datos recogidos de la medición de corriente de consumo por los motores de máquinas continuas de hila de planta 2. Los valores indican que los consumos de corriente de los motores están dentro de la corriente nominal de cada motor. Por lo tanto, se puede asegurar un UPTIME (tiempo de buen funcionamiento) para la producción, nos indica también que los motores están trabajando sin sobrecarga.



Figura 30. Utilización de software Combivis 6 para medición de parámetros eléctricos

Fuente: Elaboración propia, 2019

Fase 5: Realización de análisis de causa raíz ACR

Si verdadera quieres solucionar un problema, tienes que dirigirte al núcleo mismo. De lo contrario, tarde o temprano volverá a ocurrir la misma falla.

El día 05 de marzo del presente año en la maquina continua de hilar n° 21, en planta 2, se presentó una avería que atrasó la producción. Esta falla fue sometido al análisis causa raíz con la participación de varios técnicos experimentados.

Tabla 29. Análisis de causa raíz de la avería de motor bancada de anillos M90

CAUSA INMEDIATA	¿POR QUE?	¿POR QUE?	¿POR QUE?	¿POR QUE?	CAUSA RAZ
Después de cambio de levada maquina no arranca	Variador de velocidad U90 con alarma	Motor bancada de anillos M90 averiado	Sobre temperatura del motor	Circulación de refrigerante deficiente	Bomba de refrigeración M9 con condensador agotado
					Personal de mantenimiento preventivo no reviso bomba de refrigeración

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 30. *Plan de acción para eliminar desde la raíz este tipo falla (motor bancada anillos)*

CAUSA RAIZ	QUE HACER	COMO HACER	¿QUIÉN?	¿CUÁNDO?
Personal de mantenimiento no reviso bomba de refrigeración	mejorar plan de mantenimiento preventivo y retroalimentar a los involucrados	Revisar el historial de mantenimiento de las bombas de refrigeración	Planificador de mantenimiento conjuntamente con el coordinador	en un plazo de una semana

Fuente: Elaboración propia, 2019.

De la tabla 30, el análisis causa raíz determina que la raíz del problema estaba en el motor de bomba de refrigeración, por que el personal de mantenimiento preventivo no reviso. Grave error.

En la tabla 31 se toma un plan de acción para que este tipo de avería no se repita. La tarea para el planificador y el coordinador con un plazo de una semana.

Otra avería que se presentó el día 4 de marzo en la misma maquina n°21, también es materia de investigación. Por lo tanto, se somete al análisis causa raíz ACR. A continuación, mostramos la tabla con la realización de ACR.

Tabla 31. *Análisis causa raíz de la avería de variador de velocidad U1 (motor M1, accionamiento husos)*

CAUSA INMEDIATA	¿POR QUE?	¿POR QUE?	¿POR QUE?	¿POR QUE?	CAUSA RAIZ
Maquina en funcionamiento rompe todos los hilos y se para	variador de velocidad U1 con alarma	No hay salida de tensión del variador	Tarjeta de control CPU averiado	Condensadores electrolíticos con bajo capacitancia (agotados)	no se hizo mantenimiento preventivo en su momento
					No estaba incluido en el plan de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 32. *Plan de acción para eliminar este tipo de fallas en el variador de velocidad U1*

CAUSA RAIZ	QUE HACER	COMO HACER	¿QUIÉN?	¿CUÁNDO?
No estaba incluido en el plan de mantenimiento	Incluir en el plan de mantenimiento	Programar mantenimiento para todos los variadores de velocidad de la maquina	Planificador de mantenimiento conjuntamente con el coordinador	en un plazo de una semana

Fuente: Elaboración propia, 2019.

De la tabla 32 podemos concluir que el análisis causa raíz determino que el problema del variador de velocidad U1, accionamiento del motor M1 de husos, no estaba incluido en el plan de mantenimiento preventivo.

De la tabla 33 indicaremos que una vez encontrado la causa raíz del problema se toma un plan de acción que consiste en incluir en el plan de mantenimiento preventivo y debe ser cumplida para evitar otra falla igual.

La última avería a considerar para el ACR, también es de importancia por haber ocasionado una parada muy prolongada, también se presentó en la maquina n° 21. A continuación mostramos el análisis correspondiente.

Tabla 33. *Análisis de causa raíz de la avería de modulo BASIS A10 SCU (PLC)*

CAUSA INMEDIATA	¿POR QUE?	¿POR QUE?	¿POR QUE?	¿POR QUE?	CAUSA RAIZ
Máquina para en pleno proceso de cambio de levada después de una caída de tensión instantáneo (externo)	Robodoff no sigue secuencia de funcionamiento	Contactor K102 no se energiza	No hay señal de salida de 24VDC del módulo A10 SCU (PLC)	Condensadores electrolíticos de 100uf, 50V averiado	Capacitancia del condensador con fuga
					Caída de tensión provocó avería del dispositivo

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 34. Plan de acción para eliminar este tipo de falla en el módulo BASIS A10 SCU-PLC

CAUSA RAIZ	QUE HACER	COMO HACER	¿QUIÉN?	¿CUÁNDO?
Caída de tensión provoco avería del dispositivo	Verificar circuito de protección y filtro de línea	Programar mantenimiento del módulo A10 SCU y circuito de protección	Planificador de mantenimiento conjuntamente con el coordinador	en un plazo de una semana

Fuente: Elaboración propia, 2019.

De la tabla 34 concluimos que el análisis causa raíz determino que el problema del módulo BASIS A10 SCU (PLC) fue afectado por la caída de tensión externa, proveniente de la empresa suministradora de energía eléctrica, haciendo que el condensador electrolítico de 100uf, 50v colapse (fuga interna).

De la tabla 35 concluimos que se debe asegurar el correcto funcionamiento del circuito de protección del módulo BASIS A10 SCU (PLC) y a su vez realizar cambio de los condensadores electrolíticos existentes en el equipo, de esa manera pueda resistir a caídas de tensión.

Fase 6: Elaboración de un plan de requerimiento de repuestos de importación para máquinas continuas de hilar de planta 2.

En esta fase de la implementación de lean maintenance me enfoco en la existencia de repuestos críticos que puedan tener gran impacto en términos de producción, seguridad y naturalmente económico, los cuales si o si deben estar en el almacén de repuestos.

En el siguiente cuadro enunciaremos la lista de repuestos más importantes para las máquinas continuas de hilar. Quiero recalcar que estos repuestos no se consiguen en su mayoría en el mercado local. Por lo tanto, se debe compara a la misma empresa fabricante de la máquina.

Tabla 35. *Pedido de repuestos de importación para maquina continua de hilar*

ITEM	BMK	N° PARTES	DESCRIPCION	TYPE	IMPACTO
1	B1	1893-2221	INCREMENTAL SHAFT ENCODER	24VDC 100 IMP.	ALTO
2	B90	1893-2220	INCREMENTAL SHAFT ENCODER	24VDC 200 IMP	ALTO
3	B91	1893-2222	DISTANCE SENSOR		ALTO
4	B60	0920-2290	INITIATOR Sn2	PNPs 24VDC	MODERADO
5	F10	0920-5409	PRESSURE SWITCH	600 KPA 602-10 1/4PULG Au	ALTO
6	F11	0920-5407	PRESSURE SWITCH	180 KPA 602-10 1/4PULG Au	ALTO
7	A10	1846-0058	SCU-BASIS - I/O MODUL V1.2		ALTO
8	A11	1846-0047	SCU - STACKMODUL CPU	SCU-CPU-386EX MODUL OHNE VG	ALTO
9	A21	1846-0034	SCU - STACKMODUL ANOC	SCU-ANOC-G31 MODUL	ALTO
10	A22	1846-0029	SCU-DIGIN32 MODUL	SCU DIGIN32 MODUL	ALTO
11	A23	1846-0025	SCU DIGIN16/OUT16 STAPEL MODUL	SCU-DIGIN16/DIGOUT16 MODUL	ALTO
12	A40	1852-3021	CONTROL UNIT G33		ALTO
13	U1/75KW	0920-6885	FREQUENCY INVERTER W75000	3*400V 23.F4.COL-4F06	ALTO
14	U10/S	0920-7245	POWER SUPPLY	6EP1534-1SL 600V/24VDC 12A	ALTO
15	U60	0920-6883	FREQUENCY INVERTER W11000	15.F4.CMG-4F04	ALTO
16	U90	0922-6887	FREQUENCY INVERTER W15000	16.F4.CMG-4F05	ALTO
17	U150	0920-7390	FREQUENCE INVERTER 200W	3X230V FR-U1 20S-EC	ALTO
18	M9	0653-0317	CIRCULATING PUMP	UPS 25-60/180 RP 3/4 220V	ALTO

Fuente: Elaboración propia, 2019.

De la tabla 35 mostramos la lista de repuestos más importantes para la continua de hilar marca Rieter, modelo G-33, con número de serie: 40001566-2009/G 33/1998 y año de fabricación 1998, tomando en cuenta su catálogo de partes correspondiente.

2.7.5 Resultados de la implementación de Lean maintenance:

Después de la implementación de Lean maintenance se ha reducido las averías en las máquinas continuas de hilar en planta 2

Se utilizan las mismas fichas de recolección de datos que en el pre test, con la diferencia que ahora en la evaluación de post test los resultados son más favorables, tanto en los indicadores de la variable independiente como en los indicadores de la variable dependiente.

Tabla 36. *Tiempo programado y tiempo de buen funcionamiento. Variable independiente (30 días)*

TIEMPO TOTAL DE PRODUCCION PROGRAMADO (HORAS)	TIEMPO DE BUEN FUNCIONAMIENTO (HORAS)
720	667
100%	93%

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La tabla 36 muestra tiempo total de producción programada 720 horas y el tiempo de buen funcionamiento 667 horas, dicho de otro modo, tiempo de operación efectiva de la máquina.

Tabla 37. *Promedios de la variable independiente post test*

	MTBF (HORAS)	MTTR (HORAS)	UPTIME (%)
PROMEDIO	15	0.9	88%

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La tabla 37 indica el promedio de los indicadores de la variable independiente en el post test.

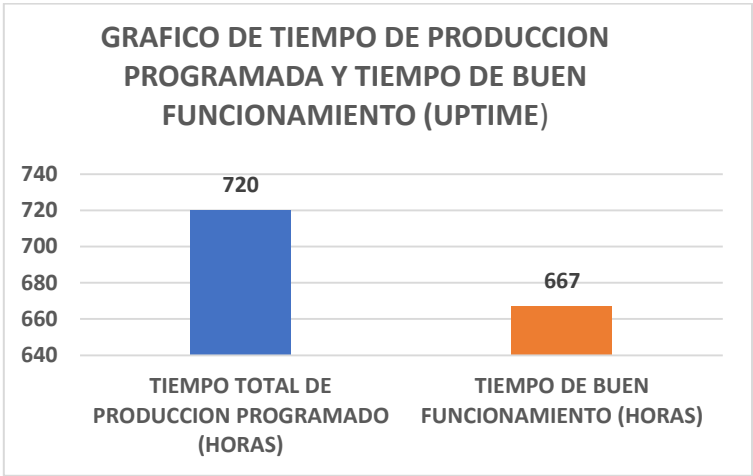


Figura 31. Gráfico de tiempo de producción programado y tiempo de buen funcionamiento (UPTIME) de post test.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La figura 31, muestra en forma gráfica las horas programadas y el tiempo efectivo.

Tabla 38. *Resultado de la evaluación de la variable independiente post test*

MES DE SEPTIEMBRE (DIAS)	TIEMPO TOTAL DE PRODUCCION PROGRAMADO (HORAS)	TIEMPO DE REPARACION DE FALLAS CORRECTIVAS (HORAS)	TIEMPO DE BUEN FUNCIONAMIENTO (HORAS)	TOTAL, DE PAROS	MTBF (HORAS)	MTTR (HORAS)	UPTIME
1	24	2	22	1	22	1.7	93%
2	24	3	21	3	7	1.0	88%
3	24	1	23	1	23	1.0	96%
4	24	1	23	3	8	0.4	95%
5	24	4	20	4	5	1.0	83%
6	24	3	21	5	4	0.6	88%
7	24	1	23	4	6	0.3	95%
8	24	1	23	2	12	0.5	96%
9	24	1	23	3	8	0.5	94%
10	24	1	23	2	12	0.3	98%
11	24	3	21	3	7	1.0	88%
12	24	4	20	3	7	1.3	83%
13	24	2	22	4	6	0.4	93%
14	24	1	23	1	23	1.0	96%
15	24	1	23	1	23	1.0	96%
16	24	2	22	2	11	1.1	91%
17	24	1	23	1	23	0.6	97%
18	24	3	21	4	5	0.8	88%
19	24	1	23	1	23	0.9	96%
20	24	1	23	1	23	1.0	96%
21	24	1	23	1	23	1.0	96%
22	24	1	23	1	23	0.5	98%
23	24	4	20	4	5	1.0	83%
24	24	3	21	4	5	0.7	89%
25	24	1	23	2	12	0.3	97%
26	24	1	23	1	23	1.0	96%
27	24	1	23	1	23	1.0	96%
28	24	3	21	1	21	3.5	85%
29	24	1	23	1	23	1.0	96%
30	24	1	23	1	23	1.0	96%
TOTAL	720	53	667	66	15	0.9	93%

Fuente: Elaboración propio, 2019.

En la tabla 38 nos muestra el resultado de la evaluación de la variable independiente después de la aplicación de lean maintenance, donde el UPTIME (tiempo de buen funcionamiento) alcanzo un valor de 93%.

Tras la aplicación de la lean maintenance, los indicadores de la variable dependiente mejoraron sus promedios con respecto a la evaluación en el pre test.

Tabla 39. *Producción programada y producción lograda post test*

PRODUCCION PROGRAMADA (Kg)	PRODUCCION LOGRADA (Kg)
16,560	14,678
100%	89%

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La tabla 39 nos dilucida la producción programada que fue calculada en 16,560 kilos de hilo y se logró una producción de 14,678 kilos de hilo, pero que hubo mejora con respecto a la evaluación en el pre test.

Tabla 40. *Promedios de la variable dependiente post test*

	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
PROMEDIO	93%	89%	82%

Fuente: Elaboración propia, 2019

En la tabla 40 vemos los promedios obtenidos de la variable dependiente después de la implementación de lean maintenance, donde la eficiencia alcanzo el 93%, eficacia 89% y la productividad 82% y se determina que hubo mejora con respecto a la pre test.

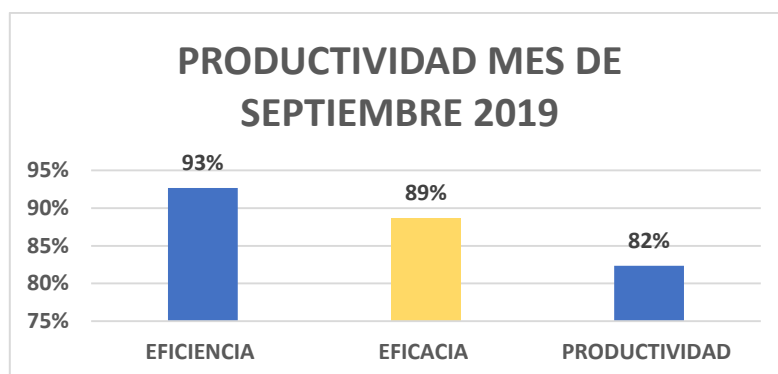


Figura 32. Gráfico de los promedios logrados de la variable dependiente post test.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 41. *Resultados de la evaluación de la variable dependiente post test*

MES DE SEPTIEMBRE (DIAS)	TIEMPO TOTAL DE PRODUCCION DE HILOS (HORAS)	TIEMPO UTIL DE PRODUCCION DE HILOS (HORAS)	EFICIENCIA (%)	PRODUCCION PROGRAMADA (Kg)	PRODUCCION LOGRADA (Kg)	EFICACIA (%)	PRODUCTIVIDAD
1	24	22	93%	552	491	89%	83%
2	24	21	88%	552	462	84%	73%
3	24	23	96%	552	506	92%	88%
4	24	23	95%	552	500	91%	86%
5	24	20	83%	552	440	80%	66%
6	24	21	88%	552	462	84%	73%
7	24	23	95%	552	502	91%	87%
8	24	23	96%	552	506	92%	88%
9	24	23	94%	552	496	90%	85%
10	24	23	98%	552	515	93%	91%
11	24	21	88%	552	463	84%	73%
12	24	20	83%	552	440	80%	66%
13	24	22	93%	552	493	89%	83%
14	24	23	96%	552	506	92%	88%
15	24	23	96%	552	506	92%	88%
16	24	22	91%	552	480	87%	79%
17	24	23	97%	552	514	93%	91%
18	24	21	88%	552	462	84%	73%
19	24	23	96%	552	508	92%	88%
20	24	23	96%	552	506	92%	88%
21	24	23	96%	552	506	92%	88%
22	24	23	98%	552	516	94%	91%
23	24	20	83%	552	440	80%	66%
24	24	21	89%	552	468	85%	75%
25	24	23	97%	552	514	93%	91%
26	24	23	96%	552	506	92%	88%
27	24	23	96%	552	506	92%	88%
28	24	21	85%	552	451	82%	70%
29	24	23	96%	552	506	92%	88%
30	24	23	96%	552	506	92%	88%
TOTAL	720	667	93%	16560	14677.67	89%	82%

Fuente: Elaboración propia, 2019.

2.7.6 Análisis económico – Financiero

Para Baca (2002), define “La relación beneficio/costo, B/C, consiste en poner en valor presente los beneficios netos y dividirlo por el valor presente de todos los costos del proyecto” (p.263).

$$\text{Relacion B/C} = \frac{\text{Valor presente de los ingresos}}{\text{Valor presente de los costos}}$$

Esta relación B/C puede adquirir tres valores:

- Si $B/C < 1$ quiere decir que, los ingresos son menores que los costos, entonces el proyecto no es viable.
- Si $B/C = 1$ quiere decir que, en valor presente, los ingresos son iguales a los costos, en esta situación, solo se alcanza a ganar la tasa del inversionista, entonces es indiferente realizar el proyecto o seguir con las inversiones.
- Si $B/C > 1$ quiere decir que, en valor presente los ingresos son mayores que los costos, entonces el proyecto es viable.

Tabla 42. *Diferencia de producción obtenida: pre test y post test en un periodo de 30 días.*

PRODUCCIÓN PRE TEST (KILOS DE HILO)	PRODUCCIÓN POST TEST (KILOS DE HILO)	DIFERENCIA DE KILOS DE HILO ENTRE PRE Y POST	PRECIO POR KILO DE HILO \$	TIPO DE CAMBIO	DIFERENCIA ECONÓMICA	EN SOLES (S/.)
14014.00	14677.67	663.67	\$8.00	S/ 3.35	\$5,309.36	S/ 17,786.36

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la table 42 observamos las diferencias de producción de kilos de hilo antes de la mejora, pre test, la cantidad de 14,014 kilos y la producción de kilos de hilo después de la mejora post test 14,677.67 kilos, haciendo una diferencia de 663.67 kilos.

El precio del kilo de hilo es \$ 8.00. Por lo tanto, multiplicando por los 663.67 kilos obtenidos después de la mejora, nos da como resultado \$ 5,309.36, luego convirtiendo a la moneda nacional (S/. 3.35, tipo de cambio) el resultado es S/. 17,786.36.

Análisis Beneficio – Costo

Tabla 43. Costo que demanda la implementación de lean maintenance

MATERIALES		COSTO
MATERIALES DIDACTICOS	LIBROS	S/ 450.00
	INTERNET	S/ 350.00
	LAPTOP DELL	S/ 3,300.00
	IMPRESIONES DE PROYECTOS	S/ 160.00
	FOLDER PARA FORMATOS	S/ 24.00
REPUESTOS UTILIZADOS EN MEJORA	VENTILADOR CON FILTRO 255*255mm, 230VAC	S/ 428.77
	VENTILADOR CON FILTRO 148*148mm, 230VAC	S/ 304.76
	SENSORES INDUCTIVOS TIPO CILINDRICO DE ALA FRECUENCIA	S/ 1,884.00
	RODAMIENTO 6204 2RS1 C3	S/ 40.20
	RODAMIENTO 6206	S/ 50.25
	FABRICACION DE BANCO DE PRUEBA DE MOTORES ELECTRICOS	S/ 1,760.00
	MANTENIMIENTO DE 3 VARIADORES DE VELOCIDAD	S/ 1,350.00
INSUMOS PARA PINTADO DE TALLER	BROCHA TUMI 4 PULG	S/ 153.00
	RODILLO UNIVERSAL 9 PULG	S/ 54.50
	PINTURA LATEX COLOR CONGO	S/ 237.00
PERSONAL	SOBRE TIEMPO	S/ 646.50
	CAPACITACION	S/ 53.88
	COSTO PARA MANTENER LA MEJORA	S/ 38.75
TOTAL		S/ 11,285.61

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la tabla 43 se muestra la suma económica invertido para la elaboración del proyecto de implementación de lean maintenance para mejorar la productividad de las máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019.

Tabla 44. Cuadro de beneficio - costo

BENEFICIO ECONÓMICO CON LA MEJORA	S/ 17,786.36
COSTO ECONÓMICO DE LA MEJORA	S/ 11,285.61
RESULTADO (B/C)	1.58

Fuente: Elaboración propia, 2019.

De la tabla 44 podemos concluir que el resultado de la relación beneficio/costo es 1.58. Por lo tanto, el proyecto es viable o aceptable, porque es >1 .

La interpretación final es que por cada unidad monetaria invertida (por cada nuevo sol) se tiene un retorno del capital invertido y una ganancia de S/. 0.58, en consecuencia, el proyecto es atractivo y se debe aceptar.

III. RESULTADOS

3.1 Análisis descriptivo

En esta parte del capítulo se detallan los análisis descriptivo e inferencial obtenidos con los datos introducidos en el software SPSS.

3.1.1 Análisis descriptivo de la variable dependiente: productividad

Tabla 45. *Resumen de procesamiento de datos de la variable dependiente: Productividad*

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PRODUCTIVIDAD_ANTES	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%
PRODUCTIVIDAD_DESPUES	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

Fuente: SPSS

De la table 45 vemos que los datos de la productividad son 30, para ambas mediciones pre test y post test, procesados al 100% de los propios. A continuación, se detalla el análisis descriptivo de la productividad.

Tabla 46. *Análisis descriptivo de la variable dependiente: productividad*

Descriptivos		
		Estadístico
PRODUCTIVIDAD_ANTES	Media	0,7477
	Mediana	0,7300
	Varianza	0,005
	Desv. Desviación	0,07157
	Mínimo	0,60
	Máximo	0,88
	Rango	0,28
PRODUCTIVIDAD_DESPUES	Media	0,8233
	Mediana	0,8750
	Varianza	0,007
	Desv. Desviación	0,08434
	Mínimo	0,66
	Máximo	0,91
	Rango	0,25

Fuente: SPSS

De la tabla 46 vemos que la media de la productividad antes de la mejora fue 0,7477 y después de la mejora es 0,8233. Por lo tanto, concluimos que la implementación de Lean Maintenance ha mejorado la productividad en 0.0756. Este representa una mejora de 7.56%. La

desviación estándar en el post test se ha alejado con respecto a la media en un valor de 0.08434. El rango de la población en el pre test es 0.28, aplicando Lean Maintenance ha disminuido a 0.25.

3.2 Análisis inferencial

3.2.1 Análisis de la hipótesis general

H_a: La implementación de Lean Maintenance mejora la productividad de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019.

Para la prueba de normalidad se considera a Shapiro Wilk, porque la muestra contiene 30 datos.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie se comportan paramétricos.

Para elegir el estadígrafo pertinente se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Si las dos muestras son paramétricas, se utiliza el estadígrafo inferencial T – Student.
- Si las dos muestras no son paramétricas, se utiliza el estadígrafo inferencial Wilcoxon.
- Si una muestra es paramétrica y la otra no paramétrica, se utiliza el estadígrafo Wilcoxon.

Tabla 47. *Prueba de normalidad de la productividad - Shapiro Wilk*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDAD_ANTES	0,197	30	0,004	0,913	30	0,018
PRODUCTIVIDAD_DESPUES	0,249	30	0,000	0,813	30	0,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS.

De la tabla 47 diremos que la productividad antes es 0.018. Por lo tanto, no es paramétrico, porque es menor a 0.05 y la productividad después es 0.000. Por lo tanto, no es paramétrico, porque es menor a 0.05 y el estadígrafo a utilizar es Wilcoxon para contrastar la hipótesis.

3.2.2 Contrastación de la hipótesis general

- H_0 : La implementación de Lean Maintenance no mejora la productividad de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019.
- H_a : La implementación de Lean Maintenance mejora la productividad de las máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019.

La regla de decisión:

- H_0 : $Prod_a \geq Prod_d$
- H_a : $Prod_a < Prod_d$

Donde:

$Prod_a$: Productividad antes

$Prod_d$: Productividad después

Tabla 48. *Estadísticos de comparación de productividad antes y productividad después.*

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
PRODUCTIVIDAD_ANTES	30	0,7477	0,07157	0,60	0,88
PRODUCTIVIDAD_DESPUES	30	0,8233	0,08434	0,66	0,91

Fuente: SPSS.

De la tabla 48, se demuestra que la media de la productividad antes 0.7477 es menor a la media de la productividad después 0.8233. Por lo tanto, no se cumple H_0 : $Prod_a \geq Prod_d$, rechazándose la hipótesis nula que la implementación de Lean Maintenance no mejora la productividad de máquinas continuas de hilar en planta 2 de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019. Aceptándose la hipótesis alternativa que la implementación de Lean Maintenance mejora la productividad de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019.

Para afirmar que el análisis anterior es verídico, se procede el análisis de pvalor o significancia de los resultados de la aplicación de Wilcoxon a la productividad en ambos casos.

Se procede con la siguiente regla de decisión:

- Si $p\text{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula.
- Si $p\text{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula.

Tabla 49. *Estadístico de la prueba de Wilcoxon*

Estadísticos de prueba ^a	
	PRODUCTIVIDAD_DESPUES - PRODUCTIVIDAD_ANTES
Z	-3,571 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	0,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: SPSS.

De la tabla 49 podemos afirmar que la significancia de la prueba Wilcoxon, aplicado a la productividad antes y productividad después es 0.000, significa que es menor a 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa y se corrobora que la implementación de lean maintenance mejora la productividad de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019.

3.2.3 Análisis inferencial de la hipótesis específica 1

El análisis de la hipótesis específica 1 lo describimos como sigue:

- H_a : La implementación de lean maintenance mejora la eficiencia de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur. S. A., S. J. L., 2019.

Para poder comparar la hipótesis específica 1, se inicia a corroborar si la serie de datos tiene un comportamiento paramétrico. Se sabe que se tiene 30 datos. Por lo tanto, se utilizará el estadígrafo Shapiro Wilk.

Aplicaremos la siguiente regla de decisión:

- Si $p_{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.
- Si $p_{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla 50. *Prueba de normalidad de la eficiencia con estadígrafo Shapiro Wilk*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA_ANTES	0,203	30	0,003	0,909	30	0,014
EFICIENCIA_DESPUES	0,251	30	0,000	0,819	30	0,000

a. Corrección de significación de Lilliefors
Fuente: SPSS.

En la tabla 50 observamos que el pvalor de la eficiencia antes es de 0.014 y el pvalor de la eficiencia después es de 0.000, los cuales demuestran que los datos obtenidos son no paramétricos. Por lo tanto, corresponde utilizar la prueba de wilcoxon para la contrastación de la hipótesis.

3.2.4 Contrastación de la hipótesis específico 1

- H_0 : La implementación de lean maintenance no mejora la eficiencia de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019.
- H_a : La implementación de lean maintenance mejora la eficiencia de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019.

Se utilizará la siguiente regla de decisión:

- H_0 : $Eficiencia_a \geq Eficiencia_d$
- H_a : $Eficiencia_a < Eficiencia_d$
-

Donde:

$Eficiencia_a$: Eficiencia antes

$Eficiencia_d$: Eficiencia después

Tabla 51. *Contrastación de medias de la eficiencia antes y eficiencia después con Wilcoxon*

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. Des- viación	Mínimo	Máximo
EFICIENCIA_ANTES	30	0,8870	0,04364	0,79	0,96
EFICIENCIA_DESPUES	30	0,9273	0,04813	0,83	0,98

Fuente: SPSS.

De la tabla 51 se demuestra que la media de la eficiencia antes es 0.8870 y es menor que la media de la eficiencia después que es 0.9273. Por consiguiente, no se cumple que $H_0: \text{Eficiencia}_a \geq \text{Eficiencia}_d$ en tal sentido se rechaza la hipótesis nula: la implementación de lean maintenance no mejora la eficiencia de máquinas continuas de hilar de planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019. Por consiguiente, se acepta la hipótesis alternativa de que la implementación de lean maintenance mejora la eficiencia de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019.

Para corroborar que el análisis anterior es verídico, se realizara el análisis mediante el pvalor o significancia de los resultados obtenidos de la aplicación de la prueba Wilcoxon a la eficiencia antes y eficiencia después.

Se aplica la regla de decisión:

- Si $p\text{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula
- Si $p\text{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 52. *Estadísticos de prueba Wilcoxon para eficiencia*

Estadísticos de prueba ^a	
	EFICIENCIA_DESPUES EFICIENCIA_ANTES
Z	-3,464 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	0,001

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: SPSS.

En la tabla 52 afirmamos que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicado a la eficiencia antes y a la eficiencia después es de 0.001, entonces se corrobora que es menor a 0.05 y se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

3.2.5 Análisis de la inferencial de la hipótesis 2

El análisis de la hipótesis específica 2 lo describimos como sigue:

- H_a : La implementación de lean maintenance mejora la eficacia de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur. S. A., S. J. L., 2019.

Para comparar la hipótesis específica 2, determinaremos si la serie de datos tienen un comportamiento paramétrico o no paramétrico. Se tiene 30 datos. Por lo tanto, corresponde aplicar el estadígrafo Shapiro Wilk.

La regla de decisión es:

- Si $p_{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.
- Si $p_{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla 53. Prueba de la normalidad de la eficacia con Shapiro Wilk

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA_ANTES	0,192	30	0,006	0,915	30	0,020
EFICACIA_DESPUES	0,258	30	0,000	0,815	30	0,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS.

De la tabla 53, se observa que el pvalor de la eficacia antes tiene un sig. de 0.020 y eficacia después tiene un sig. de 0.000. Por lo tanto, ambos valores son menores a 0.05 y se obtienen datos no paramétricos. En este sentido, aplicaremos la prueba de Wilcoxon para comparar la hipótesis.

3.2.6 Contrastación de la hipótesis específica 2

- H_0 : La implementación de lean maintenance no mejora la eficacia de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019.
- H_a : La implementación de lean maintenance mejora la eficacia de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019.

Se utiliza la siguiente regla de decisión:

- H_0 : $Eficacia_a \geq Eficacia_d$

- $H_a: \text{Eficacia}_a < \text{Eficacia}_d$

Dónde:

Eficacia_a : Eficacia antes.

Eficacia_d : Eficacia después

Tabla 54. *Contrastación de medias de eficacia antes y eficacia después con Wilcoxon*

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. Des- viación	Mínimo	Máximo
EFICACIA_ANTES	30	0,8493	0,04025	0,76	0,92
EFICACIA_DESPUES	30	0,8883	0,04519	0,80	0,94

Fuente: SPSS.

De la tabla 54 se demuestra que la media de la eficacia antes es 0.8493 y es menos a la media de eficacia después que es 0.8883. Por consiguiente, no se cumple $H_0: \text{Eficacia}_a \geq \text{Eficacia}_d$. En tal efecto se rechaza la hipótesis nula.

Con la finalidad de corroborar que el análisis realizado es verídico, se procederá al análisis de pvalor de los resultados obtenidos de la utilización de la prueba de Wilcoxon a la eficacia antes y después.

Se utiliza la siguiente regla de decisión:

- Si $p\text{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula.
- Si $p\text{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula.

Tabla 55. *Estadísticos de prueba de eficacia con Wilcoxon*

Estadísticos de prueba ^a	
	EFICACIA_DESPUES EFICACIA_ANTES
Z	-3,507 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	0,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: SPSS.

De la tabla 55 se puede ver que la sig. de la prueba de Wilcoxon, utilizado a la eficacia antes y eficacia después es 0.000. por lo tanto, es menor a 0.05 y por consiguiente se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

IV. DISCUSIÓN

- ✓ Con los resultados alcanzados podemos afirmar que la implementación de lean maintenance mejora la productividad de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019. Después de realizar el análisis estadístico descriptivo se corrobora que la productividad ha mejorado desde productividad antes 74.77% (media de productividad antes: 0.7477) a productividad después 84.34% (media de productividad después: 0.8233), logrando una diferencia de 7.56%. Para confirmar que los datos obtenidos son verídicos se somete a la prueba de estadígrafo Wilcoxon, donde se observa que el resultado es de 0.000. Por lo tanto, es menor a 0.05, rechazándose la hipótesis nula y aceptándose la hipótesis alternativa, esto podemos comparar con Espejo (2016) en su tesis “Aplicación de lean maintenance para aumentar la productividad de envases plásticos en la empresa Laboratorios SMA S. A. C.”, la investigadora afirma que la hipótesis de la media de diferencias es de 18.12 a favor de la productividad, este resultado la investigadora somete a la prueba de estadígrafo T-Student donde la significancia es 0.000. Por lo tanto, rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alternativa. Queda demostrado que lean maintenance aumento la productividad.
- ✓ Los resultados obtenidos para el indicador eficiencia, mediante la contrastación de las hipótesis conlleva a aceptar la hipótesis alternativa específica que la “implementación de lean maintenance mejora la eficiencia de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019, se afirma que los resultados de la eficiencia aumentó de 0.8870 (media de eficiencia antes) a 0.9273 (media de eficiencia después), habiendo una diferencia de 0.0403, dicho de otra manera aumentó un 4.03% por la implementación de lean maintenance. Este resultado guarda relación con la tesis de Aponte (2017) “Aplicación de lean manufacturing para la mejora de la productividad de tejidos en la Cía. Universal Textil S. A., Lima, 2017”, aplicando la herramienta SMED alcanzó un resultado positivo a favor de la eficiencia que fue de 88% (eficiencia antes) y 96% (eficiencia después), habiendo una mejora de 8%.
- ✓ Los resultados obtenidos para el indicador eficacia se realiza la contrastación de las hipótesis conlleva a aceptar la hipótesis alternativa específica que la “implementación de lean maintenance mejora la eficacia de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019”, la prueba de hipótesis afirma que la eficacia a mejorado de 0.8493 (eficacia antes) a 0.8883 (eficacia después), habiendo

una mejora de 3.9% por la implementación de lean maintenance. Estos resultados obtenidos tienen relación con la tesis de Colonia (2017), “Aplicación de TPM para mejorar la productividad en el área de tintorería de telas en la empresa Textiles Camones, Puente Piedra, 2017”, afirma que aplicando TPM mejoro la eficacia de 86.9% (eficacia antes) a 91.1% (eficacia después). La mejora fue de 5% por la aplicación de TPM.

V. CONCLUSIONES

- ✓ Se concluye que, de los resultados obtenidos de la hipótesis general, después de la implementación de lean maintenance para mejorar la productividad de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019, donde la media de la productividad antes es 0.7477 y la media de la productividad después es 0.8233, mejorando en 0.0756 que equivale a 7.56%. La muestra es de 30 datos los cuales se analizaron con el software SPSS y el resultado del valor de la significancia se ha obtenido a través del estadígrafo Wilcoxon que es de 0.000 que significa que la hipótesis nula se rechaza y se acepta la hipótesis alternativa.
- ✓ Se concluye que la implementación de lean maintenance mejora la eficiencia de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019, los datos recogidos fueron 30, tanto para pre test y post test, los cuales fueron analizados con el software SPSS, donde el resultado de la media de la eficiencia antes de implementar lean maintenance fue de 0.8870 y después de la implementación fue 0.9273 (ver tabla 51), se afirma una mejora de 0.0403. No obstante, el resultado de la significancia obtenida mediante el estadígrafo Wilcoxon es de 0.000, rechazándose la hipótesis nula y aceptándose la hipótesis alternativa.
- ✓ Se concluye que la implementación de lean maintenance mejora la eficacia de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019, los datos recogidos fueron 30, tanto para pre test y post test, los cuales fueron analizados con el software SPSS, donde el resultado de la media de la eficacia antes de implementar lean maintenance fue de 0.8493 y después de la implementación fue 0.8883 (ver tabla 54), se afirma una mejora de 0.039. No obstante, el resultado de la significancia obtenida mediante el estadígrafo Wilcoxon es de 0.000, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Para seguir mejorando la productividad de máquinas continuas de hilar y mantenerse entre las empresas top del rubro textil, la empresa Filasur S. A. debe apoyar en mantener lo iniciado de la implementación de lean maintenance, capacitando e incentivando al personal para lograr la competitividad de tal manera reducir costos y eliminar todo tipo de desperdicio que no agregan valor.
- ✓ Para seguir mejorando la eficiencia de las máquinas continuas de hilar se debe continuar con la mejora en la planificación del mantenimiento para una mejor utilización de los recursos con la finalidad de cumplir todas las actividades de mantenimiento y así mejorar el tiempo útil para la producción.
- ✓ Para seguir mejorando la eficacia se debe enfatizar en la aplicación de la herramienta de análisis causa raíz (ACR) con el personal de mantenimiento con la finalidad de adquirir mayor capacidad de análisis para resolver problemas por averías en máquinas, de esa manera lograr mayor producción.

VII. REFERENCIAS

- ABOLHASSANI, A., JAMES HARNER, E. y JARIDI, M., 2019. Empirical analysis of productivity enhancement strategies in the North American automotive industry. *International Journal of Production Economics*, vol. 208, pp. 140-159. ISSN 09255273. DOI 10.1016/j.ijpe.2018.11.014.
- AGENCIA EFE, 2019. Exportaciones textiles crecerían al menos 7% impulsadas por algodón y alpaca | Economía | Gestion. *DIARIO GESTIÓN* [en línea], [Consulta: 24 junio 2019]. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/exportaciones-textiles-crecerian-7-impulsadas-algodon-alpaca-264126>.
- ANTOSZ, K., PASKO, L. y GOLA, A., 2019. the Use of Intelligent Systems to Support Decision -Making process in Lean Maintenance Management. *IFAC-PapersOnLine* [en línea], vol. 52, no. 10, pp. 148-153. ISSN 2405-8963. DOI 10.1016/j.ifacol.2019.10.037. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.10.037>.
- APONTE, R., 2017. Aplicacion del Lean Manufacturing para Mejora de la productividad de Tejidos en la Cia. Universal textil S. A., Lima, 2017. *Aplicacion del Lean Manufacturing para la Mejora de la Productividad de tejidos en la Cia. Universal textil S. A. Lima, 2017*, pp. 1-127.
- ARSLANKAYA, S. y ATAY, H., 2015. Maintenance Management and Lean Manufacturing Practices in a Firm Which Produces Dairy Products. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* [en línea], vol. 207, pp. 214-224. [Consulta: 21 abril 2019]. ISSN 18770428. DOI 10.1016/j.sbspro.2015.10.090. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877042815052234>.
- BACA CURREA, G., 2002. *Ingenieria_Economica*. 2002. S.l.: s.n.
- BALL, P. y LUNT, P., 2018. Lean eco-efficient innovation in operations through the maintenance organisation. *International Journal of Production Economics* [en línea], [Consulta: 18 mayo 2019]. ISSN 09255273. DOI 10.1016/j.ijpe.2018.07.007. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S092552731830272X>.
- BLANCO, J.G. y DEDERICH, T., 2018. *Lean Maintenance: A Practical, Step-By-Step Guide for Increasing Efficiency*. S.l.: s.n. ISBN 9781138295889.
- CARVALHO, T.P., SOARES, F.A.A.M.N., VITA, R., FRANCISCO, R. da P., BASTO, J.P. y ALCALÁ, S.G.S., 2019. A systematic literature review of machine learning

- methods applied to predictive maintenance. *Computers & Industrial Engineering* [en línea], vol. 137, pp. 106024. ISSN 03608352. DOI 10.1016/j.cie.2019.106024. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106024>.
- CHAHIDA RADDAM, ABDERRAZAK BOUMANE, O.K., 2016. Etat de l'art : Optimisation de la maintenance selon une approche lean. [en línea], [Consulta: 5 octubre 2019]. Disponible en: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01260732/document>.
- CLUB DE ANÁLISIS ESTRATÉGICO DE RIESGOS, 2019. Exportación de textiles y confecciones crecería 10% en 2019 – Alerta Económica. [en línea]. [Consulta: 19 junio 2019]. Disponible en: <http://alertaeconomica.com/exportacion-de-textiles-y-confecciones-creceria-10-en-2019/>.
- COLONIA ZEVALLOS ELVIS ERICK, 2017. Aplicación Del Tpm Para Mejorar La Productividad En El Área De Tintorería De Telas En La Empresa Textiles Camones, Puente Piedra-2017. [en línea], pp. 147. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/1418/Colonia_ZEE.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- CONDOR DE LA CRUZ, H.A., 2018. Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para incrementar la productividad en la línea de ropa interior de Industrias Kael S.A.C., San Luis, 2018. *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [Consulta: 13 octubre 2019]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/36687>.
- CRIOLLO, M., 2017. *MANTENIMIENTO AUTONOMO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL AREA DE CORRUGADO DE LA EMPRESA TRUPAL S. A. - HUACHIPA 2017*. S.l.: Universidad Cesar Vallejo.
- CRUELLES, J., 2013. *Ingeniería industrial* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9786077076513. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11522/10464>.
- CUATRECASAS, L., 2010. *TPM EN UN ENTORNO LEAN MANAGEMENT EBOOK / LLUIS CUATRECASAS / Descargar libro PDF o EPUB 9788415330172* [en línea]. Barcelona: s.n. [Consulta: 21 junio 2019]. ISBN 978-84-92956-12-8. Disponible en: <https://www.casadellibro.com/ebook-tpm-en-un-entorno-lean-management-ebook/9788415330172/1963740>.
- DURAN, C., CETINDERE, A. y AKSU, Y.E., 2015. Productivity Improvement by Work and Time Study Technique for Earth Energy-glass Manufacturing Company. *Procedia Economics and Finance*, vol. 26, no. 15, pp. 109-113. ISSN 22125671. DOI

- 10.1016/s2212-5671(15)00887-4.
- DURAN, O., CAPALDO, A. y DURAN ACEVEDO, P., 2017. Lean Maintenance Applied to Improve Maintenance Efficiency in Thermoelectric Power Plants. *Energies* [en línea], vol. 10, no. 10, pp. 1653. [Consulta: 19 mayo 2019]. ISSN 1996-1073. DOI 10.3390/en10101653. Disponible en: <http://www.mdpi.com/1996-1073/10/10/1653>.
- DURAN, O. y DURAN ACEVEDO, P.A., 2017. SELECCIÓN DE TÉCNICAS PARA LEAN MAINTENANCE USANDO FUZZY ANALITIC HIERARCHY PROCESS (AHP). *DYNA MANAGEMENT* [en línea], vol. 5, no. 1, pp. [16 p.]-[16 p.]. [Consulta: 19 mayo 2019]. ISSN 23406585. DOI 10.6036/MN8343. Disponible en: <http://www.dyna-management.com/Articulos/Ficha.aspx?IdMenu=5ac67497-8243-47dd-ab2d-ef984916fffd&Cod=8343&Idioma=es-ES>.
- ESPEJO, J., 2016. Aplicacion del Lean Maintenance para aumentar la productividad de envases plasticos en la empresa Laboratorios SM S.A.C., distrito Ate, 2016. [en línea]. S.l.: [Consulta: 24 junio 2019]. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3043/Asencios_JE.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- FILASUR S.A - Google Maps. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 29 junio 2019]. Disponible en: <https://www.google.com/maps/place/FILASUR+S.A/@-12.0195127,-76.996105,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x9105c5ecf66f30e1:0x1b836a92e24b9dac!8m2!3d-12.0195127!4d-76.9939163>.
- GARCÍA, A., 2011. *Productividad y reducción de costos para la pequeña y mediana industria*. segunda edición. Mexico: Trillas. ISBN 978-607-17-0733-8.
- GIRALDO CARDONA, S., 2013. Mantenimiento esbelto sebastian giraldo. [en línea]. [Consulta: 12 octubre 2019]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/SebastinGiraldo/mantenimiento-esbelto-sebastian-giraldo>.
- GUTIERREZ, H., 2017. *CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD*. S.l.: s.n. ISBN 9783540773405.
- GUTSCHI, C., FURIAN, N., SUSCHNIGG, J., NEUBACHER, D. y VOESSNER, S., 2019. Log-based predictive maintenance in discrete parts manufacturing. *Procedia CIRP* [en línea], vol. 79, pp. 528-533. ISSN 22128271. DOI 10.1016/j.procir.2019.02.098. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.02.098>.
- HERNANDEZ, R., 2014. *Metodologia de la Investigacion* [en línea]. Sexta Edic. Mexico: s.n. [Consulta: 19 junio 2019]. Disponible en:

www.elosopanda.com%7Cjamespoetrodriguez.com.

- KISTER TIMOTHY, H.B., 2006. *Maintenance Planning and Scheduling: Streamline Your Organization for a Lean ...* - Timothy C. Kister, Bruce Hawkins - Google Libros [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 19 octubre 2019]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=9cSN9ZjFLgQC&pg=PA42&dq=lean+maintenance&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjrz6zc96XlAhUuw1kKHRB9C-sQ6wEITzAE#v=onepage&q=lean+maintenance&f=false>.
- KUMAR, D.V., MOHAN, G.M. y MOHANASUNDARAM, K.M., 2019. Lean Tool Implementation in the Garment Industry. *Fibres and Textiles in Eastern Europe* [en línea], vol. 27, no. Fibres and textiles in Eastern Europe 2019;272(134), pp. 19-23. [Consulta: 12 octubre 2019]. DOI 10.5604/01.3001.0012.9982. Disponible en: <https://ftce.com.pl/gicid/01.3001.0012.9982>.
- LEE, W.J., WU, H., YUN, H., KIM, H., JUN, M.B.G. y SUTHERLAND, J.W., 2019. Predictive maintenance of machine tool systems using artificial intelligence techniques applied to machine condition data. *Procedia CIRP* [en línea], vol. 80, pp. 506-511. ISSN 22128271. DOI 10.1016/j.procir.2018.12.019. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.12.019>.
- LEVITT, J., 2008. *LEAN MAINTENANCE*. 2008. NEW YORK: s.n. ISBN 9780831133528.
- MADARIAGA, F., 2018. Lean Manufacturing. , pp. 282.
- Metodología de las 5s - Ingeniería Industrial. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 24 junio 2019]. Disponible en: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gestion-y-control-de-calidad/metodologia-de-las-5s/>.
- MOSTAFA, S., DUMRAK, J. y SOLTAN, H., 2015. Lean maintenance roadmap. *Procedia Manufacturing* [en línea], vol. 2, pp. 434-444. [Consulta: 21 abril 2019]. DOI 10.1016/j.promfg.2015.07.076. Disponible en: www.sciencedirect.com.
- OLIVEIRA, J., SÁ, J.C. y FERNANDES, A., 2017. Continuous improvement through "Lean Tools": An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing* [en línea], vol. 13, pp. 1082-1089. [Consulta: 28 septiembre 2019]. ISSN 23519789. DOI 10.1016/j.promfg.2017.09.139. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2351978917307746>.
- OZCAN, S. y SIMSIR, F., 2019. A new model based on Artificial Bee Colony algorithm for preventive maintenance with replacement scheduling in continuous production lines.

- Engineering Science and Technology, an International Journal* [en línea], no. xxxx, pp. 0-11. ISSN 22150986. DOI 10.1016/j.jestch.2019.08.003. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2019.08.003>.
- PROKOPENKO, J., 1989. *La gestion de la productividad*. Primera ed. Ginebra: s.n. ISBN 92-2-305901-1.
- RAWAT, G.S., GUPTA, A. y JUNEJA, C., 2018. Productivity Measurement of Manufacturing System. *Materials Today: Proceedings* [en línea], vol. 5, no. 1, pp. 1483-1489. ISSN 22147853. DOI 10.1016/j.matpr.2017.11.237. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.237>.
- REINA, A., KOCSIS, Á., MERLO, A., NÉMETH, I. y AGGOGERI, F., 2016. Maintenance Decision Support for Manufacturing Systems Based on the Minimization of the Life Cycle Cost. *Procedia CIRP* [en línea], vol. 57, pp. 674-679. [Consulta: 12 octubre 2019]. ISSN 2212-8271. DOI 10.1016/J.PROCIR.2016.11.117. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221282711631277X>.
- ROGHANIAN, P., RASLI, A. y GHEYSARI, H., 2012. Productivity Through Effectiveness and Efficiency in the Banking Industry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* [en línea], vol. 40, pp. 550-556. ISSN 18770428. DOI 10.1016/j.sbspro.2012.03.229. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.229>.
- SAKIB, N. y WUEST, T., 2018. Challenges and Opportunities of Condition-based Predictive Maintenance: A Review. *Procedia CIRP* [en línea], vol. 78, pp. 267-272. [Consulta: 12 abril 2019]. ISSN 2212-8271. DOI 10.1016/J.PROCIR.2018.08.318. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827118312344>.
- SRINIVASAN, MANDYAM, BOWERS, MELISSA, GILBERT, K., 2014. *Lean Maintenance Repair and Overhaul*. New York: s.n. ISBN 978-0-07-178994-3.
- VALDERRAMA, S., 2013. *Pasos Para Elaborar Proyectos de Investigacion Cientifica (Santiago Valderrama Mendoza)* [en línea]. segunda ed. LIMA: 2018. [Consulta: 19 junio 2019]. ISBN 07. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/335731707/Pasos-Para-Elaborar-Proyectos-de-Investigacion-Cientifica-Santiago-Valderrama-Mendoza>.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. *Matriz de consistencia*

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
¿De qué manera la implementación de lean maintenance mejora la productividad de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019?	Determinar de qué manera la implementación de lean maintenance mejora la productividad de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019	La implementación de lean maintenance mejorará la productividad de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS
¿De qué manera la implementación de lean maintenance mejora la eficiencia de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019?	Determinar de qué manera la implementación de lean maintenance mejora la eficiencia de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019	La implementación de lean maintenance mejorará la eficiencia de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019
¿De qué manera la implementación de lean maintenance mejorará la eficacia de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019?	Determinar de qué manera la implementación de lean maintenance mejora la eficacia de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019	La implementación de lean maintenance mejorará la eficacia de máquinas continuas de hilar en planta dos de la empresa Filasur S. A., S. J. L., 2019

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Anexo 2. Ficha de recolección de datos para la variable independiente pre test

MES DE MARZO (DIAS)	TIEMPO TOTAL DE PRODUCCION PROGRAMADO (HORAS)	TIEMPO DE REPARACION DE FALLAS CORRECTIVAS (HORAS)	TIEMPO DE BUEN FUNCIONAMIENTO (HORAS)	TOTAL, DE PAROS	MTBF (HORAS)	MTTR (HORAS)	UPTIME
1	24	2	22	2	11	1.0	92%
2	24	3	21	3	7	1.0	88%
3	24	2	22	2	11	1.0	92%
4	24	3	21	2	11	1.5	88%
5	24	1	23	3	8	0.3	96%
6	24	5	19	5	4	1.0	79%
7	24	2	22	4	6	0.5	92%
8	24	2	22	6	4	0.3	92%
9	24	2	22	4	6	0.5	92%
10	24	3	21	2	11	1.5	88%
11	24	3	21	1	21	3.0	88%
12	24	4	20	4	5	1.0	83%
13	24	1	23	3	8	0.3	96%
14	24	4	20	2	10	2.0	83%
15	24	1	23	2	12	0.5	96%
16	24	3	21	1	21	3.0	88%
17	24	2	22	3	7	0.7	92%
18	24	4	20	2	10	2.0	83%
19	24	3	21	1	21	3.0	88%
20	24	2	22	5	4	0.4	92%
21	24	4	20	6	3	0.7	83%
22	24	3	21	4	5	0.8	88%
23	24	4	20	3	7	1.3	83%
24	24	3	21	4	5	0.8	88%
25	24	4	20	2	10	2.0	83%
26	24	2	22	3	7	0.7	92%
27	24	2	22	1	22	2.0	92%
28	24	3	21	2	11	1.5	88%
29	24	3	21	2	11	1.5	88%
30	24	3	21	2	11	1.5	88%
TOTAL	720	83	637	86	10	1.2	88%

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Anexo 3. Ficha de recolección de datos para la variable dependiente pre test

MES DE MARZO (DIAS)	TIEMPO TOTAL DE PRODUCCION DE HILO (HORAS)	TIEMPO UTIL DE PRODUCCION DE HILO (HORAS)	EFICIENCIA (%)	PRODUCCION PROGRAMADA (Kg)	PRODUCCION LOGRADA (Kg)	EFICACIA (%)	PRODUCTIVIDAD
1	24	22	92%	552	484	88%	80%
2	24	21	88%	552	462	84%	73%
3	24	22	92%	552	484	88%	80%
4	24	21	88%	552	462	84%	73%
5	24	23	96%	552	506	92%	88%
6	24	19	79%	552	418	76%	60%
7	24	22	92%	552	484	88%	80%
8	24	22	92%	552	484	88%	80%
9	24	22	92%	552	484	88%	80%
10	24	21	88%	552	462	84%	73%
11	24	21	88%	552	462	84%	73%
12	24	20	83%	552	440	80%	66%
13	24	23	96%	552	506	92%	88%
14	24	20	83%	552	440	80%	66%
15	24	23	96%	552	506	92%	88%
16	24	21	88%	552	462	84%	73%
17	24	22	92%	552	484	88%	80%
18	24	20	83%	552	440	80%	66%
19	24	21	88%	552	462	84%	73%
20	24	22	92%	552	484	88%	80%
21	24	20	83%	552	440	80%	66%
22	24	21	88%	552	462	84%	73%
23	24	20	83%	552	440	80%	66%
24	24	21	88%	552	462	84%	73%
25	24	20	83%	552	440	80%	66%
26	24	22	92%	552	484	88%	80%
27	24	22	92%	552	484	88%	80%
28	24	21	88%	552	462	84%	73%
29	24	21	88%	552	462	84%	73%
30	24	21	88%	552	462	84%	73%
TOTAL	720	637	88%	16560	14014	85%	75%

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Anexo 4. *Certificado de validación del instrumento de medición de la variable independiente: lean maintenance*

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: VARIABLE INDEPENDIENTE LEAN MAINTENACE

Nº	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹	Relevancia ²	Claridad ³	Sugerencias
	UPTIME (tiempo de actividad)				
	INDICADOR 1: TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS	Si	No	Si	No
	$MTBF = \frac{\sum TBF}{TP}$ <p>MTBF = Tiempo Medio Entre Fallas (horas) TBF = Tiempo de Buen Funcionamiento (horas) TP = Total de Paros</p>				
	INDICADOR 2: TIEMPO MEDIO PARA REPARAR	Si	No	Si	No
	$MTTR = \frac{\sum TER}{TP}$ <p>MTTR = Tiempo Medio Para Reparar (horas) TER = Tiempo Empleado para reparar (horas) TP = Total de Paros</p>				

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. Mg: M. J. Delgado Amador, Mag. Laura DNI: 92913804

Especialidad del validador: Control de Puntos y Operaciones

09 de 07 del 2019

[†]Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.

Anexo 5. Certificado de validación del instrumento de medición de la variable dependiente: productividad

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD								
Nº	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
INDICADOR 1: EFICIENCIA	$E = \frac{TUPH}{TTPH} \times 100 \%$ <p>E = Eficiencia TUPH = Tiempo Útil de Producción de Hilo (Kg) TTPH = Tiempo Total de Producción de Hilo (Kg)</p>	/		/		/		
INDICADOR 21: EFICACIA	$Ei = \frac{PL}{PP} \times 100\%$ <p>Ei = Eficacia PL = Producción Lograda (Kg) PP = Producción Programada</p>	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [☒] Aplicable después de corregir [☐] No aplicable [☐]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Diego Monte, María Lora DNI: 42917809

Especialidad del validador: Gestión de personas y organizaciones

09 de 07 del 2019

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia. se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

[Firma]

Anexo 6. Certificado de validación del instrumento de medición de la variable independiente: lean maintenance

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: VARIABLE INDEPENDIENTE LEAN MAINTENANCE

Nº	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	UPTIME (tiempo de actividad)							
	INDICADOR 1: TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS	Si	No	Si	No	Si	No	
	$MTBF = \frac{\sum TBF}{TP}$ <p>MTBF = Tiempo Medio Entre Fallas (horas) TBF = Tiempo de Buen Funcionamiento (horas) TP = Total de Paros</p>	/		/		/		
	INDICADOR 2: TIEMPO MEDIO PARA REPARAR	Si	No	Si	No	Si	No	
	$MTTR = \frac{\sum TTR}{TP}$ <p>MTTR = Tiempo Medio Para Reparar (horas) TTR = Tiempo Empleado para reparar (horas) TP = Total de Paros</p>	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [☒] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr (Mg): PAULA LAGUNA RAMIRO DNI: 22423025

Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

03 de 07 del 2019

[Firma]
Firma del Experto Informante.

Anexo 7. Certificado de validación del instrumento de medición de la variable dependiente: productividad

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD								
Nº	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	INDICADOR 1: EFICIENCIA							
	$E = \frac{TUPH}{TTPH} \times 100 \%$ <p>E = Eficiencia TUPH = Tiempo Útil de Producción de Hilo (Kg) TTPH = Tiempo Total de Producción de Hilo (Kg)</p>	✓		✓		✓		
		Si	No	Si	No	Si	No	
	INDICADOR 21: EFICACIA							
	$Ei = \frac{PL}{PP} \times 100\%$ <p>Ei = Eficacia PL = Producción Lograda (Kg) PP = Producción Programada</p>	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [☒] Aplicable después de corregir [☐] No aplicable [☐]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/Mg: DANIELA LACRUZ BARRA DNI: 77423025

Especialidad del validador:

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

09 de 07 del 2019



Anexo 8. Certificado de validación del instrumento de medición de la variable independiente: lean maintenance

Nº	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	UPTIME (tiempo de actividad)							
	INDICADOR 1: TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS	Si	No	Si	No	Si	No	
	$MTBF = \frac{\sum TBF}{TP}$ <p>MTBF = Tiempo Medio Entre Fallas (horas) TBF = Tiempo de Buen Funcionamiento (horas) TP = Total de Paros</p>	✓		✓		✓		
	INDICADOR 2: TIEMPO MEDIO PARA REPARAR	Si	No	Si	No	Si	No	
	$MTTR = \frac{\sum TER}{TP}$ <p>MTTR = Tiempo Medio Para Reparar (horas) TER = Tiempo Empleado para reparar (horas) TP = Total de Paros</p>	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [☒] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador, Dr. Mg: J. Lela Lora - Luis A. DNI: 25607325

Especialidad del validador: Ing. Industrial

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

09 de 07 del 2019

Firma del Experto Informante.

Anexo 9. Certificado de validación del instrumento de medición de la variable dependiente: productividad

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD								
Nº	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Superencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	INDICADOR 1: EFICIENCIA							
	$E = \frac{TUPH}{TTPH} \times 100 \%$ <p>E = Eficiencia TUPH = Tiempo Útil de Producción de Hilo (Kg) TTPH = Tiempo Total de Producción de Hilo (Kg)</p>	✓		✓		✓		
		Si	No	Si	No	Si	No	
	INDICADOR 21: EFICACIA							
	$Ei = \frac{PL}{PP} \times 100\%$ <p>Ei = Eficacia PL = Producción Lograda (Kg) PP = Producción Programada</p>	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/ Mg: Villalón Romo Luis A. DNI: 25607325

Especialidad del validador: Mag. Educación

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

09 de 08 del 2019

[Firma]


Anexo 10. Ficha de recolección de datos para la variable independiente post test

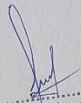

MES DE SEPTIEMBRE (DÍAS)	TIEMPO TOTAL DE PRODUCCION PROGRAMADO (HORAS)	TIEMPO DE REPARACION DE FALLAS CORRECTIVAS (HORAS)	TIEMPO DE BUEN FUNCIONAMIENTO (HORAS)	TOTAL, DE PAROS	MTBF (HORAS)	MTTR (HORAS)	UPTIME
1	24	2	22	1	22	1.7	93%
2	24	3	21	3	7	1.0	88%
3	24	1	23	1	23	1.0	96%
4	24	1	23	3	8	0.4	95%
5	24	4	20	4	5	1.0	83%
6	24	3	21	5	4	0.6	88%
7	24	1	23	4	6	0.3	95%
8	24	1	23	2	12	0.5	96%
9	24	1	23	3	8	0.5	94%
10	24	1	23	2	12	0.3	98%
11	24	3	21	3	7	1.0	88%
12	24	4	20	3	7	1.3	83%
13	24	2	22	4	6	0.4	93%
14	24	1	23	1	23	1.0	96%
15	24	1	23	1	23	1.0	96%
16	24	2	22	2	11	1.1	91%
17	24	1	23	1	23	0.6	97%
18	24	3	21	4	5	0.8	88%
19	24	1	23	1	23	0.9	96%
20	24	1	23	1	23	1.0	96%
21	24	1	23	1	23	1.0	96%
22	24	1	23	1	23	0.5	98%
23	24	4	20	4	5	1.0	83%
24	24	3	21	4	5	0.7	89%
25	24	1	23	2	12	0.3	97%
26	24	1	23	1	23	1.0	96%
27	24	1	23	1	23	1.0	96%
28	24	3	21	1	21	3.5	85%
29	24	1	23	1	23	1.0	96%
30	24	1	23	1	23	1.0	96%
TOTAL	720	53	667	66	15	0.9	93%

Anexo 11. *Ficha de recolección de datos para la variable dependiente post test*

MES DE SEPTIEMBRE (DIAS)	TIEMPO TOTAL DE PRODUCCION DE HILOS (HORAS)	TIEMPO UTIL DE PRODUCCION DE HILOS (HORAS)	EFICIENCIA (%)	PRODUCCION PROGRAMADA (Kg)	PRODUCCION LOGRADA (Kg)	EFICACIA (%)	PRODUCTIVIDAD
1	24	22	93%	552	491	89%	83%
2	24	21	88%	552	462	84%	73%
3	24	23	96%	552	506	92%	88%
4	24	23	95%	552	500	91%	86%
5	24	20	83%	552	440	80%	66%
6	24	21	88%	552	462	84%	73%
7	24	23	95%	552	502	91%	87%
8	24	23	96%	552	506	92%	88%
9	24	23	94%	552	496	90%	85%
10	24	23	98%	552	515	93%	91%
11	24	21	88%	552	463	84%	73%
12	24	20	83%	552	440	80%	66%
13	24	22	93%	552	493	89%	83%
14	24	23	96%	552	506	92%	88%
15	24	23	96%	552	506	92%	88%
16	24	22	91%	552	480	87%	79%
17	24	23	97%	552	514	93%	91%
18	24	21	88%	552	462	84%	73%
19	24	23	96%	552	508	92%	88%
20	24	23	96%	552	506	92%	88%
21	24	23	96%	552	506	92%	88%
22	24	23	98%	552	516	94%	91%
23	24	20	83%	552	440	80%	66%
24	24	21	89%	552	468	85%	75%
25	24	23	97%	552	514	93%	91%
26	24	23	96%	552	506	92%	88%
27	24	23	96%	552	506	92%	88%
28	24	21	85%	552	451	82%	70%
29	24	23	96%	552	506	92%	88%
30	24	23	96%	552	506	92%	88%
TOTAL	720	667	93%	16560	14677.67	89%	82%

Anexo 12. Minuta de reuniones para 5'S


MINUTA DE REUNIONES "5'S"				
 FILASUR S.A.	GRUPO: LOS GUERREROS DE FILASUR	LIDER: I. CHULLO	REUNION: 01	FECHA: 5/08/19.
PARTICIPANTES:	<ul style="list-style-type: none"> - ISAÍAS CHULLO - MANUEL RUESTA - HENRY MASÍAS - ALBERTO SILVA - FRANCISCO NOLASCO - MIGUEL BENÍTES - TITO TELLO 			
AUSENTES:	<ul style="list-style-type: none"> - LUIS GALVEZ - JOSE HUAPAYA 			
TEMAS DE TRABAJO:	INICIO DE LAS ACTIVIDADES DE 5'S			
CONCLUSIONES:	TODO EL EQUIPO SE COMPROMETE CON COLABORAR ACTIVAMENTE EN EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES DE LAS 5'S			




 Godofredo Abad Flores
 Jefe de Mantenimiento
 Planta Hilandería
 **FILASUR** S.A.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Anexo 13. Formato de evaluación del cumplimiento de las 5'S (antes)

EVALUACION DE 5'S ANTES DE LA IMPLAMANTACION DE LEAN MAINTENANCE


 FILASUR S.A.	GRUPO: LOS GUERREROS DE FILASUR	LIDER: I. CHULLO	FECHA: 09/08/19				
1=MUY MALO, 2=REGULAR, 3=NORMAL, 4=BUENO, 5=MUY BUENO			VALORES ASIGNADOS				
			1	2	3	4	5
ITEM A EVALUAR							
SEIRI (CLASIFICAR)							
1. ¿Existen objetos innecesarios, chatarra y basura en el piso?				X			
2. ¿Existen equipos herramientas y materiales innecesarios?			X				
3. ¿En armarios y estanterías hay cosas innecesarias?			X				
4. ¿Hay objetos en áreas de circulación?				X			
PUNTAJE TOTAL			6				
SEITON (ORDENAR)							
1. ¿Cómo es la ubicación de las herra., mater., y equipos?				X			
2. ¿Los armarios, equip., herra., mater., etc. Están identificados?			X				
3. ¿Hay objetos sobre y debajo de armarios y equipos?				X			
4. ¿Existe ubicación para las herramientas, equipos y manuales?				X			
PUNTEJE TOTAL			7				
SEISO (LIMPIAR)							
1. ¿Grado de limpieza de los pisos?				X			
2. ¿El estado de paredes, techos y ventanas?			X				
3. ¿Limpieza de armarios, estanterías, herramientas y mesas?			X				
4. ¿Limpieza de máquinas y equipos?				X			
PUNTAJE TOTAL			6				
SEIKETSU (ESTANDARIZAR)							
1. ¿Se aplican las 3 primeras "s"?			X				
2. ¿Cómo es el habitat en el taller?				X			
3. ¿Se hacen mejoras?			X				
4. ¿Se aplica el control visual?			X				
PUNTEJE TOTAL			4				
SHITSUKE (AUTODISCIPLINAR)							
1. ¿Se aplican las 4 primeras "s"?			X				
2. ¿Se cumplen las normas de empresa y del grupo?				X			
3. ¿Se usa uniforme de trabajo?					X		
4. ¿Se cumple con la programación de las acciones de "5's"?			X				
PUNTAJE TOTAL			7				
TOTAL			30				



 Godofredo Abad Flores
 Jefe de Mantenimiento
 Planta Hilandería
 **FILASUR S.A.**

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Anexo 14. Formato de evaluación del cumplimiento de las actividades 5'S (después)

EVALUACION DE 5'S ANTES DE LA IMPLAMANTACION DE LEAN MAINTENANCE

 FILASUR S.A.	GRUPO: LOS GUERREROS DE	LIDER: I. CHULLO	FECHA: 27/09/19				
	FILASUR		VALORES ASIGNADOS				
1=MUY MALO, 2=REGULAR, 3=NORMAL, 4=BUENO, 5=MUY BUENO			1	2	3	4	5
ITEM A EVALUAR							
SEIRI (CLASIFICAR)							
1. ¿Existen objetos innecesarios, chatarra y basura en el piso?						X	
2. ¿Existen equipos herramientas y materiales innecesarios?						X	
3. ¿En armarios y estanterías hay cosas innecesarias?						X	
4. ¿Hay objetos en áreas de circulación?							X
PUNTAJE TOTAL			17				
SEITON (ORDENAR)							
1. ¿Cómo es la ubicación de las herra., mater., y equipos?						X	
2. ¿Los armarios, equip., herra., mater., etc. Están identificados?						X	
3. ¿Hay objetos sobre y debajo de armarios y equipos?						X	
4. ¿Existe ubicación para las herramientas, equipos y manuales?						X	
PUNTEJE TOTAL			16				
SEISO (LIMPIAR)							
1. ¿Grado de limpieza de los pisos?							X
2. ¿El estado de paredes, techos y ventanas?						X	
3. ¿Limpieza de armarios, estanterías, herramientas y mesas?						X	
4. ¿Limpieza de máquinas y equipos?						X	
PUNTAJE TOTAL			17				
SEIKETSU (ESTANDARIZAR)							
1. ¿Se aplican las 3 primeras "s"?						X	
2. ¿Cómo es el habitat en el taller?						X	
3. ¿Se hacen mejoras?						X	
4. ¿Se aplica el control visual?						X	
PUNTEJE TOTAL			16				
SHITSUKE (AUTODISCIPLINAR)							
1. ¿Se aplican las 4 primeras "s"?						X	
2. ¿Se cumplen las normas de empresa y del grupo?						X	
3. ¿Se usa uniforme de trabajo?							X
4. ¿Se cumple con la programación de las acciones de "5's"?						X	
PUNTAJE TOTAL			17				
TOTAL			83				


 Godofredo Abad Flores
 Jefe de Mantenimiento
 Planta Hilandería
 FILASUR S.A.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

[illegible]

125

Anexo 16. Base de datos de fallas correctivas ocurridas en máquinas continuas de hilar planta 2

base de datos sp rieter 2019.xlsx - Excel (Error de activación de productos)

Inicio ses.

—

×

ArchivoInicioInsertarDisposición de páginaFórmulasDatosRevisarVistaProgramadorAyuda¿Qué desea hacer?Compartir


Calibri10A^A

NKSS

Fuente: Mantenimiento, Filasur 2019.

Anexo 17. Oferta de cotización de repuestos de importación

Maschinenfabrik Rieter AG
Klosterstr. 20, Postfach, CH-8406 Winterthur



PÁGINA 1 / 10

OFERTA N.º 101238673 14-oct-2019

NÚMERO DE CLIENTE: 47072

Filasur SA
Av El Santuario 1119
Urb Zarate
LIMA 36
PERU

UNIDAD RESPONSABLE AFTER SALES
Blanchet Pascal / UCRHEI

TELÉFONO +41 52 208 7557

TELEFAX +41 52 208 8080

CORREO ELECTRÓNICO pascal.blanchet@rieter.com

SU REFERENCIA
eParts 10/10/2019 10-oct-2019

+++++
Special promotion for customer requests over new webshop ESSENTIALorder:
receive a 2% online discount (valid for requests until 31st Dec 2019).
+++++

.....

WITH YOUR ORDER WE OFFER YOU THE DISCOUNT BELOW AS PER AGREEMENT OF 16.01.2019

12%, valid until 31.12.2019
.....

PIEZAS DE RECAMBIO PARA MAQUINAS DE TEXTIL

POS.	N.º PIEZA N.º CAT.	DESCRIPCIÓN ORIGEN	PESO	CANTIDAD UNIDAD	PRECIO/UNIDAD	CHF TOTAL
PARA 40001566-2009 \ G 33 \ 2003						
10	10701832	Sensor de campo magnético DC24V 100kHz 3				
	B60	CH	0.592 KG	8 PZ	105.15	841.20
N.º PIEZA 10149146 SE HA SUSTITUIDO POR EL N.º PIEZA 10701832						
20	10020069	Disco de impulsos 64P				
	B60	CH	0.384 KG	6 PZ	60.10	360.60
30	23035148	Modificación G33 drafting motor infeed				
	0005.005	G33 EN MOTOR ENTRADA M60-63		2 PZ		
N.º PIEZA 10005367 SE HA SUSTITUIDO POR EL N.º PIEZA 23035148						
ESTE ARTÍCULO CONSTA DE/SE HA SUSTITUIDO POR EL ARTÍCULO 32** HASTA 39**						
32	** 10617154	Motor 1.000kW 3x400V/200Hz B14				
	0005.005	Synchron-Motor DE	40.000 KG	4 PZ	810.51	3,242.04
33	** 10259081	Tornillo hex M6x20				
	0005.005	CN	0.096 KG	16 PZ	0.18	2.88
34	** 10258855	Arandela 6.4-St-200HV				
	0005.005	CN	0.032 KG	32 PZ	0.07	2.24
35	** 10394162	Plancha de motor EZ/MZ G				
	0005.005	CZ	1.724 KG	2 PZ	35.63	71.26
FORWARD 4,520.22						

CHF, UBS Switzerland AG, IBAN CH25 0025 7257 7035 9801 F, Swift UBSWCHZH80 A
EUR, UBS Switzerland AG, IBAN CH74 0025 7257 7035 9804 B, Swift UBSWCHZH80 A
USD, UBS Switzerland AG, IBAN CH41 0025 7257 7035 9900 Z, Swift UBSWCHZH80 A

Fuente: Filasur, 2019.

Anexo 18. Cotización de sensores inductivos para máquinas continuas de hilar

SUMINISTRO Y FABRICACION DE TABLEROS DE CONTROL Y DISTRIBUCION - TRANSFERENCIA - BANCO DE CONDENSADORES - FABRICACION Y MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES AL SECO Y EN ACEITE MONOFASICO Y TRIFASICO - REBOBINADO Y MANTENIMIENTO DE MOTORES ELECTRICOS AC- DC POZOS A TIERRA - DISTRIBUCION DE MATERIALES PARA LA INDUSTRIA.



SYSTEM CONTROL
SOLUCIONES ELECTRICAS INTEGRALES

VENTAS, ASESORIA, SERVICIOS Y MANTENIMIENTO
A SU SERVICIO

SOLUCIONES ELECTRICAS PARA LA INDUSTRIA

SYS CONTROL INDUSTRIAL

RUC: 20602032265





02/08/2019
Señor(es): FILASUR S.A
Atención:
Dirección: LIMA – LIMA

PROFORMA 001–01577

ATENDIENDO A SU CORDIAL SOLICITUD, PRESENTAMOS NUESTRA PROPUESTA ECONOMICA CON UN SUPER DESCUENTO

ITEM	CANT	DESCRIPCION	P. UNIDAD	P. TOTAL
001	01	-SENSOR INDUCTIVO TIPO CILINDRICO ALTA FRECUENCIA 24VDC M8 118DORMUN	S/ 235.50	S/ 2 355.00
TOTAL				S/ 2 355.00

TERMINOS Y CONDICIONES

- 1- Precios no incluye IGV
- 2- Garantía 6 meses en condiciones Apropiadas de trabajo.
- 3- Entrega INMEDIATA después de la orden de aprobación
- 4- Forma de pago factura 15 días / previa coordinación
- 5- Cualquier duda o consulta no dude en comunicarse con nosotros.

Gracias por hacer negocio con nosotros
Cordialmente

RPC 968206924












Fuente: Filasur, 2019.

Anexo 19. Cotización de ventiladores extractores para maquinas continuas de hilar

	FASGREL S.A.C. Jr. Las Codornices N° 962 Urb. Horizonte de Zéate San Juan de Lurigancho - Lima Lima - Perú Teléfono: (51-1) 374-9218 www.fasgrel.com / info@fasgrel.com	R.U.C. N° 20538090736 COTIZACIÓN N°: DE 10051-18 FECHA : 18-sep-18
Señores : FILASUR S.A. R.U.C. : 20378082418 Dirección : AV. EL SANTUARIO NRO. 1119 Z.I. ZARATE LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO	Ref : VENTILADOR RITTAL Atn : Ing. Abad. Telf : Correo : gabad@filasur.com	

IT	CÓD. FASGREL	IMAGEN REF.	DESCRIPCIÓN	MARCA	CANT	UM	P. UNIT.	TOTAL	L. ENTREGA
1	R0003238100		Ventilador con filtro, 55/96 m³/h, 230V, 3", 50/60Hz 148.5*148.5 mm (An*Al) Cajado: 124x124mm	RITTAL	4	Unid.	304.76	1,219.04	STOCK

* VALIDEZ : 7 días * FORMA DE PAGO : FACTURA 30 DIAS * MONEDA : SOLES * LUGAR DE ENTREGA : En sus Almacenes de Lima Metropolitana o Callao Sin costo, por Compra Superiores a S/ 500 (sin IGV)	Valor Venta S/. 1,219.04 I.G.V. 219.43 TOTAL S/. 1,438.47
--	--